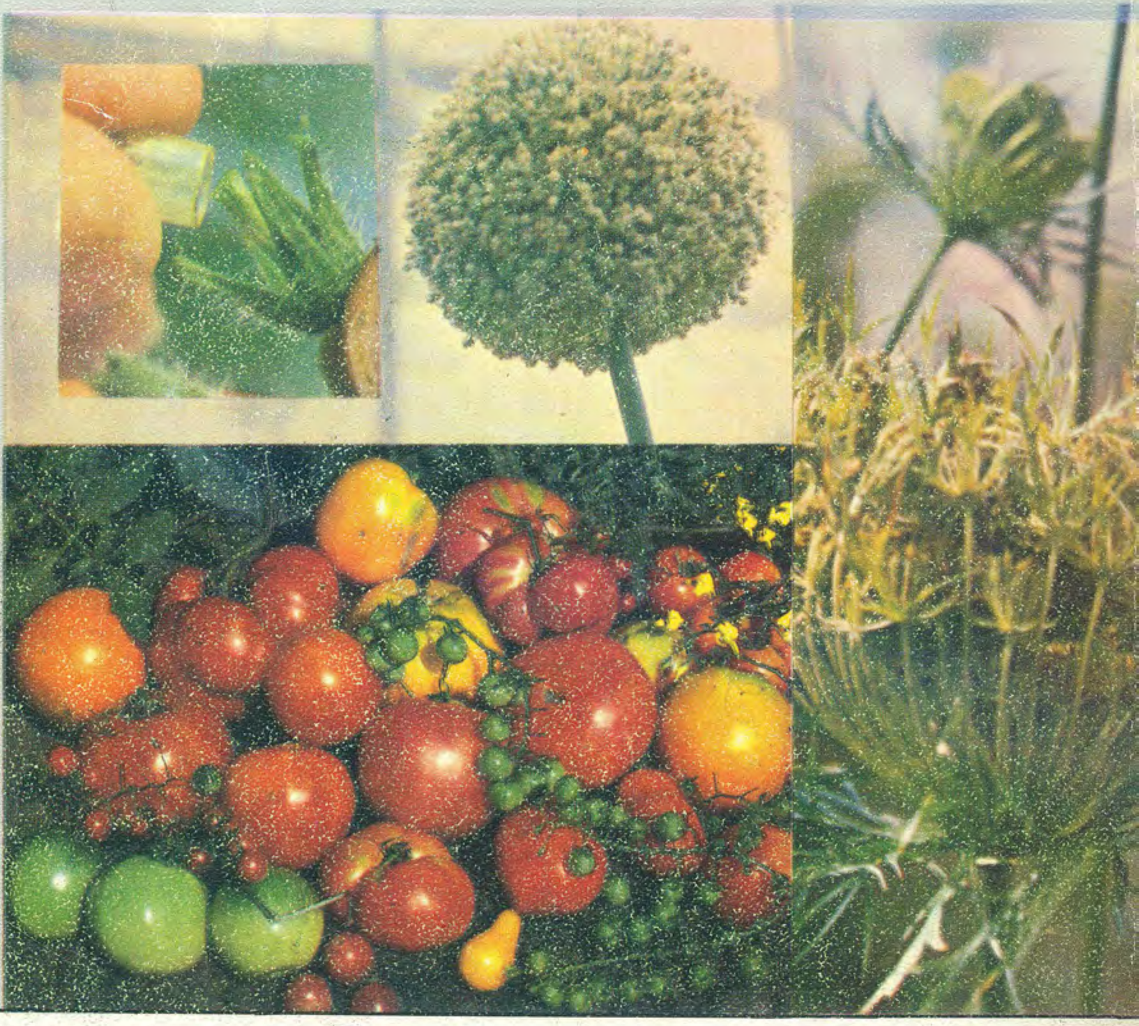
تربية محاصيل الخضر

تأليف

ا . د . احمد عبد المنعم حسن



الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

تربية محاصيل الخضر

الطبعة الأولى يناير ١٩٩٣

I . S . B . N . : 977 - 258 - 040 - 3

٣٢ ش عباس العقاد مدينة نصر القاهرة
ت ٢٦٢٥١٥٢ - ٢٦٢٣٣٧٧

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم ، ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها ، ولا ريب فى أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى وفكرى للأمة نفسها ، الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالًا ونساءً ، طلابًا وطالبات ، علماء ومثقفين ، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغه عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم ؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت ــ فيما مضى ــ علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية ؛ فكانت لغة العلوم والآداب ، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة .

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به دول أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب . ولم ينكر الأوروبيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير . ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى ، ثم البريطانى والفرنسى ، عاق اللغة من النمو والتطور ، وأبعدها عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير ، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة ، والجامعة الأمريكية فى بيروت درَّستا الطب بالعربية أول إنشائهما . ولو تصفحنا الكتب التي ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب فى ذلك الحين ، سواء فى الطبع ، أو حسن التعبير ، أو براعة الإيضاح ، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمز ، وفرضت على أبناء الأمة فرضًا ، إذ رأى الأجنبى أن فى خنق اللغة مجالًا لعرقلة تقدم الأمة العربية . وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه ، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته ، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة ، يشككون فى قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر : « علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر ، فإذا حَكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة . »

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر — فى أسرع وقت ممكن — إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الاطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظراً لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويُرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكيناً للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة ، أو تكاد تتوقف ، بل تُحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات ، ممن ترك الاستعمار فى نفوسهم عُقدًا وأمراضًا ، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية ، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهوديًا ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول ، واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآداب والتقنية ، كاليابان ، وإسبانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشكك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!

وأخيرًا .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته = وستقوم بنشره = الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا ... ننفذ عهدًا قطعناه على المُضىّ قُدُمًا فيما أردناه من خدمة لغة الوحى ، وفيما أراده الله تعالى لنا من جهاد فيها .

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُه والمؤمِنُون ، وستُرَدّون إلى عالِم الغيب والشَّهادَة فَيُنبئكم بما كُنتُم تَعْمَلون ﴾ .

محمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

تحتل محاصيل الخضر وضعاً متميزاً بين مختلف المجاميع المحصولية فيما يتعلق بالجهود التى تبذل لتربيتها وتحسينها فى شتى أرجاء العالم، وليس أدل على ذلك من مئات الأصناف الجديدة التى تطرح سنوياً فى الأسواق لاستخدامها من قبل منتجى الخضر، والتى تتجه - دائماً - نحو الأفضل من حيث القدرة الإنتاجية، وصفات الجودة، والتأقلم على الظروف البيئية القاسية وسائل الإنتاج، ومقاومة الآفات الهامة .

ومن هذا المنطلق .. كان الاهتمام بتأليف هذا الكتاب، الذى أرجو أن يكون مرجعاً شاملاً لموضوع تربية محاصيل الخضر، بما يفى بحاجة المشتغلين والدارسين فى هذا المجال، خاصة وقد استعنت فى تأليفه بمئات المراجع التى تناولت الموضوع من كل جوانبه .

يضم الكتاب ستة عشر فصلاً، وزعت عليها جميع محاصيل الخضر الرئيسية، ومعظم الخضر الثانوية، بما يتناسب مع أهمية كل منها، وجهود التربية التى بذلت لتحسينها . فبينما وضعت جميع الخضر الثانوية فى فصل واحد .. وضعت بعض المجاميع المحصولية - كالقرعيات والبقوليات والصليبيات - فى فصول مستقلة، وخصص فصل كامل لبعض المحاصيل كالبطاطس، وخصصت أربعة فصول كاملة لمحصول واحد كالطماطم، الذى تناوله المربون بالتربية والتحسين أكثر من أى محصول خضر آخر .

يعد هذا الكتاب مكملاً لكتاب "أساسيات تربية النبات" الذى صدر للمؤلف - أيضاً - عن الدار العربية للنشر والتوزيع، ولذا .. فإن التطرق إلى أسس التربية فى هذا الكتاب كان

- فقط - ضمن مختلف المحاصيل ، وبالقدر الذى يناسب كلاً منها ، بينما كان التركيز على مختلف جوانب التربية الأخرى كالسيتولوجى ، والأنواع القريبة ، والهجن النوعية والجنسية، ووراثة الصفات الهامة ، وجهود التربية لمختلف الأغراض كالمحصول ، وصفات الجودة ، والتأقلم على الظروف البيئية القاسية ، ومقاومة مختلف الآفات من أمراض فطرية وبكتيرية وفيرسية ونيماتودية ، وحشرات وأكاروس ، ونباتات زهرية متطفلة ، وطيور . والله أسأل أن يكون هذا الكتاب معيناً للدارسين والعاملين فى مجال تربية الخضر فى شتى أرجاء الوطن العربى .

أ . د . أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

القسم الأول : الخضر الرئيسية

الفصل الأول : الطماطم .. السيتولوجى - الجيرمبلازم الهجن النوعية - طرق التربية

الفصل الثانى : الطماطم .. التربية لتحسين المحصول وصفات الجودة

الفصل الثالث : الطماطم .. التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية والتأقلم على وسائل الإنتاج

الفصل الرابع : الطماطم .. التربية لمقاومة الآفات

الفصل الخامس :: تربية البطاطس

الفصل السادس: تربية الفلفل والباذنجان

الفصل السابع : تربية القرعيات الرئيسية .. البطيخ ، والقاوون ، والخيار ، والقرع

الفصل الثامن : تربية البقوليات الرئيسية .. البسلة ، والفاصوليا ، واللوبيا ، والفول الرومى

الفصل التاسع : تربية الصليبيات الرئيسية .. الكرنب ، والقنبيط ، واللفت ، والفجل

الفصل العاشر : تربية الخضر الرئيسية التابعة للعائلة الرمرامية .. البنجر والسبانخ

الفصل الحادى عشر : تربية الخضر الرئيسية التابعة للعائلة المركبة .. الخس والخرشوف

الفصل الثانى عشر : تربية الجزر

الفصل الثالث عشر: : تربية الشليك

الفصل الرابع عشر : تربية البطاطا

الفصل الخامس عشر : تربية البصل

الفصل السادس عشر : تربية الخضر الثانوية

١ – العائلة الخيمية

٢ – العائلة البقولية

٣ – العائلة الصليبية

٤ – العائلة الخبازية

٥ = العائلة المركبة

٦ = العائلة الرجلية

٧ = العائلة الباذنجانية

٨ = العائلة الحماضية

٩ = العائلة الثومية

١٠ = العائلة القلقاسية

١١ = العائلة الزنبقية

١٢ - العائلة النجيلية

١٣ - العائلة السوسبية

الطماطم :السيتولوجى-الجيرمبلازم - الهجن النوعية - طرق التربية

تعد الطماطم أحد أهم محاصيل الخضر ، وهى تتبع العائلة الباذنجانية Solanaceae. تضم هذه العائلة نحو ٩٠ جنساً ، وحوالى ٢٠٠٠ نوع من النباتات . تنتمى الطماطم إلى الجنس Lycopersicon الذى يضم ثمانية أنواع برية أخرى . وتعرف الطماطم - علمياً - باسم Lycopersicon esculetum Mill ، وفى اللغة الإنجليزية باسم Tomato .

الموطن

يعتقد أن الطماطم المزروعة ترجع فى نشأتها إلى سلالات الطماطم ذات الثمار الصغيرة جداً من الصنف النباتى L. esculentum var. cerasiforme ، التى تنمو بحالة برية فى أمريكا الجنوبية . ومن المعروف أن موطن الطماطم هو أمريكا الجنوبية - خاصة بيرو - وأن بداية استئناسها كانت فى المكسيك ، التى انتقلت منها الطماطم إلى الفلبين وأوروبا فى القرن السادس عشر - حيث ذكرت لأول مرة فى إيطاليا فى عام ١٥٥٤م - ومنها انتقلت إلى بقية قارات العالم القديم .

كما انتقلت الطماطم - أيضاً - من أوربا إلى أمريكا الشمالية (شكل ١-١) ؛ حيث ذكرت هناك لأول مرة فى عام ١٧١٠م .

وقد ظل الإقبال على زراعة واستهلاك الطماطم محدوداً ؛ بسبب انتشار اعتقاد غير صحيح ، وهو أن ثمارها سامة للإنسان . وربما كان السبب فى هذا الاعتقاد أن ثمارها

قريبة الشبه من أنواع باذنجانية أخرى ذات ثمار سامة . وقد بقى الوضع على هذه الحال حتى منتصف القرن التاسع عشر ، حينما بدأ التوسع فى زراعة الطماطم وتصنيعها واستهلاكها فى الولايات المتحدة ؛ ومن ثم فى بقية أرجاء العالم . ولمزيد من التفاصيل عن موطن زراعة الطماطم ونشأتها وتاريخها .. يراجع Hedric (١٩١٩) ، و Boswell (١٩٣٧) ، و Rick (١٩٧٦ ، ١٩٧٨) ، Kaloo (١٩٨٥) ، Tigchelaar (١٩٨٦) .

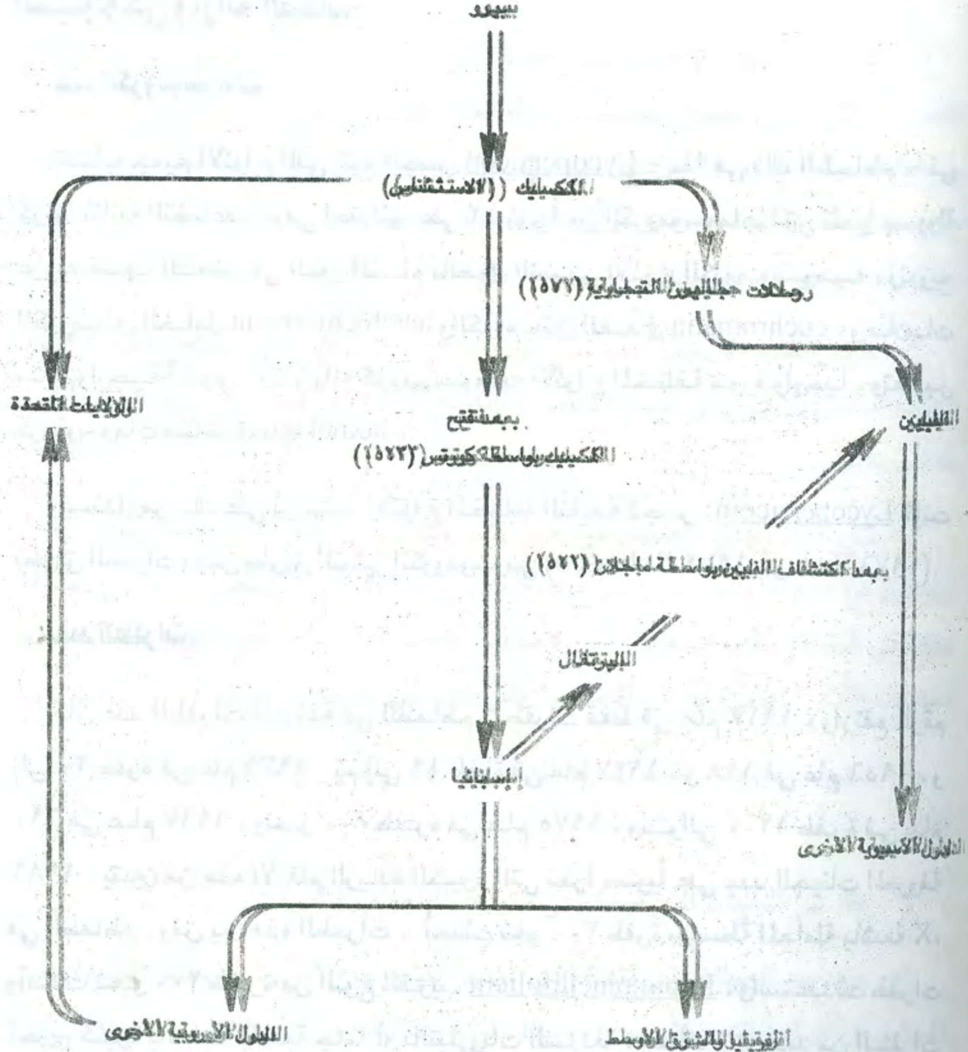
التكاثر

تتميز الطماطم بأنها تتكاثر جنسياً مع سهولة إكثارها خضرياً . فالنبات الواحد الكامل النمو يمكنه إنتاج من ١٠٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠ بذرة . ولا يخفى ما لذلك من أهمية كبيرة للمربى ، سواء فيما يتعلق بزيادة فرص الحصول على الانعزالات الوراثية المرغوبة - خاصة بالنسبة للصفات الكمية - أم بالنسبة لسرعة إكثار السلالات الجديدة . كما تتكاثر الطماطم بسهولة بالعقل الساقية ، وبالتطعيم ، وبمزارع المتوك وحبوب اللقاح .

فتُجذّر العقل الساقية بسهولة كبيرة ؛ مما يسهل من سرعة إكثار التراكيب الوراثية المرغوبة ، ويجعل من الممكن إكثار التراكيب الوراثية العقيمة ؛ مثل النباتات العقيمة الذكر ، وبعض الهجن النوعية ، وغيرهما ، وكذلك إكثار النباتات التى يلزم الاستعانة بمجموعها الجذرى فى دراسات خاصة ؛ مثل تقدير الأللوزيمات allozymes . أما التكاثر بالتطعيم فهو سهل وميسور ، ويفيد من جهة فى مكافحة آفات التربة بتطعيم الأصناف المرغوبة القابلة للإصابة على سلالات أو أنواع برية مقاومة ، كما يفيد - من جهة أخرى - فى دراسة مواضع إنتاج مواد نباتية معينة ، ومسارات تحركها فى النبات .

كذلك أمكن الاستفادة من التطعيم فى إنتاج الهجن النوعية . فمثلاً .. أمكن إنتاج كيميرا Chimera كان نسيجها الداخلى - المسئول عن تكوين الجاميطات - من النوع L. peruvianum ، والنسيج الخارجى من L. esculentum ، الأمر الذى جعلها تكتسب خاصية التوافق Compatibility المرغوبة التى توجد فى النوع الثانى ، وأفقدها خاصية عدم التوافق incompatibility غير المرغوبة التى توجد فى النوع الأول .

كما يفيد التطعيم - أحياناً - فى التغلب على حالة عدم التوافق الوراثى التى قد توجد



شكل (١-١) مسارات انتشار الطماطم من موطنها الأصلي في بيرو والتي مختلف بقاع العالم منذ القرن السادس عشر (Esquinas-Alcazar 1988).

بين الطعم والأصل ؛ فيصبح بالإمكان تهجين نوع الطعم بحبوب لقاح من النوع المستخدم كأصل . أما الإكثار بواسطة مزارع المتوك وحبوب اللقاح فقد تقدم كثيراً ؛ وبهذا أصبح فى الإمكان إنتاج نباتات أحادية بسهولة ، وهى التى يمكن الاستفادة منها فى إنتاج السلالات النقية pure lines ، وفى الدراسات الوراثية .

السيتولوجى ووراثة الصفات

عدد الكروموسومات

تتشابه جميع الأنواع التى تتبع الجنس Lycopersicon - بما فى ذلك الطماطم - فى كونها ثنائية التضاعف ، وفى احتوائها على ١٢ زوجاً من الكروموسومات التى تتميز بسهولة عن بعضها البعض فى الدور الضام بالطول النسبى للأذرع الكروموسومية ، وتوزيع الكروماتين الخامل heterochromatin والكروماتين الفعّال euchromatin ، وعلامات سيتولوجية أخرى . وتتشابه كروموسومات الأنواع المختلفة مورفولوجيًا ، وتعتبر كروموسومات متناظرة homologus .

ويستدل من ذلك على أن نشأة الأنواع المختلفة التابعة للجنس Lycopersicom كانت بطريق الطفرات وليس بطريق التمايز الكروموسومى (Robinson ١٩٧٤ ، و Rick ١٩٧٦).

عدد الطفرات

كان عدد الطفرات المعروفة فى الطماطم ٩ طفرات فقط فى عام ١٩١٧ ، وارتفع الرقم إلى ٢٠ طفرة فى عام ١٩٣١ ، ثم إلى ٤٩ طفرة فى عام ١٩٤٧ ، و ١١٨ فى عام ١٩٥٦ ، و ٦٩٠ فى عام ١٩٦٧ ، ونحو ٨٠٠ طفرة فى عام ١٩٧٥ ، وحوالى ١٢٠٠ طفرة فى عام ١٩٨٦ . يتبين من هذه الأرقام الزيادة الكبيرة التى تطرأ سنوياً على عدد الجينات المعروفة في الطماطم . ومن بين هذه الطفرات .. أُحدثت نحو ٣٠٠ طفرة بواسطة المعاملة بأشعة X، وأدخلت نحو ٢٠٠ طفرة من النوع القريب L. pimpinellifolium ، واستحدثت طفرات أخرى كثيرة بالمعاملة بأشعة جاما أو بالنيترونات السريعة ، إضافة إلى عديد من الطفرات التى نتجت من المعاملة بالمركبات الكيميائية المطفرة ؛ مثل الـ ethylene imine ، والـ ethyl methansulfonate ، والـ diepoxybutane ، والـ acridine orange . هذا .. ولا يتضمن

الحصر المذكور آنفاً لجينات الطماطم عديداً من الجينات الأخرى التى تتحكم فى الصفات الكمية .

أمثلة للطفرات الاقتصادية

من بين الطفرات البسيطة الهامة التى أمكن التعرف عليها فى الطماطم مايلى :

١ - الجين (self pruning) الذى يتحكم فى النمو المحدود ، والذى ربما كان أهم الطفرات التى أمكن التعرف عليها فى الطماطم . اكتشف هذا الجين عام ١٩١٤ كطفرة طبيعية فى ولاية فلوريدا الأمريكية ، ونقل إلى الأصناف الجديدة المحسنة منذ الأربعينيات ، ويعد حالياً أكثر الجينات انتشاراً - فى جميع أصناف الطماطم التى تزرع فى الحقول المكشوفة من أى جين طفرى آخر .

٢ - جين النضج الأخضر المتجانس ug (uniform green) الذى تختفى معه الأكتاف الخضراء القاتمة اللون فى الثمار الخضراء الناضجة ، أو غير الناضجة ، ويحل محلها لون أخضر متجانس .

٣ - جين عدم وجود المفصل فى عنق الثمرة j أو j -2 (jointless pedicel) ، وهو المسئول عن عدم بقاء جزء من العنق متصلاً بالثمرة بعد الحصاد ، وتبقى - بالتالى - بحالة جيدة فى العبوات أثناء التداول . أما الأصناف العادية .. فتشاهد فيها أعناق الثمار ، وقد اخترقت الثمار المجاورة لها فى العبوات ؛ مما يؤدى إلى تلفها فى الغالب .

٤ - نحو ٥٠ جيناً مختلفاً لصفة العقم الذكرى ، يكفى أى منها لجعل النبات عقيم الذكر .

٥ - عدد من الجينات التى تتحكم فى مكونات الطعم فى الثمرة .

٦ - عديد من الجينات التى تتحكم فى المقاومة لكثير من الأمراض . وتعتبر الطماطم من المحاصيل الهامة التى تكثر بها الأصناف المتعددة المقاومة للأمراض ، والتى تصل إلى خمسة أمراض فى بعض الأصناف الثابتة وراثياً ، وإلى ١٠ -١٢ مرضاً فى بعض الهجن .

ويشتمل جدول (١-١) على قائمة بعدد من جينات الطماطم الهامة ، التى استخدمت فى

برامج التربية لإنتاج أصناف محسنة ، وأمثلة للأصناف التى توجد بها الجينات .

جدول (١-١) : أمثلة لبعض جينات الطماطم التى استخدمت فى برامج التربية لإنتاج أصناف محسنة (عن Tigchelaar ١٩٨٦) .

اسم الجين	رمز الجين	أمثلة للأصناف التى يوجد بها الجين
	طبيعة النمو	
النمو المحدود (التقليم الذاتى) self pruinig	sp	UC 82 , Cal Ace
النمو المتقزم dwarf	d	Epoch , Tiny Tim
ورقة البطاطس potato leaf	c	Geneva 11
العنق عديم المفصل jointless pedicel	j - 1	Penn Red
	j - 2	عدة أصناف
	المقاومة للآفات	
تلطخ الأوراق leaf mold	Cf - 1	Sterling Castle
	Cf - 2	Vetamold
	Cf - 3	V121
	Cf - 4	Purdue 135
المناعة لذبول الفيوزارى fusarium wilt		
السلالة ١	I - 1	Pan American
السلالة ٢	I - 2	Walter
المقاومة للذبول فيرتيسيليم verticllium wilt	Ve	VR Moscow
المقاومة لتبقع الأوراق السبتورى septoria leal spot		Targinnie Red
المقاومة للندوة المتأخرة late blight	Ph - 1	New Yorker
المقاومة للندوة المبكرة early blight	Ad	Southland
المقاومة لتبقع الأوراق الرمادى gray leaf spot	Sm	Tecmseh, Chio III
المقاومة لفيرس تبرقش الدخان tobacco mosaic	Tm, Tm -2 Tm -2^2	عدة أصناف
المقاومة لفيرس التفاف القمة curly top	؟	C5, Columbia
المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور	Mi	Rossoll, VFN Bush

تابع جدول (١-١) .

اسم الجين	رمز الجين	أمثلة للأصناف التى يوجد بها الجين
	صفات الثمار	
النضج المنتظم uniform ripening	u	Heinz 1350
الصبغة العالية high pigment	hp	Redbush
التخطيط الأخضر green stripe	gs	Tigerella
صبغة البيتا كاروتين العالية high beta	B	Caro - Rich
اللون القرمزى old gold crimson	ogc	Vermillion
الكاروتين المنخفض low total carotene	r	Snowball
اللون البرتقالى المحمر tangerine	t	Sunray, Jubilee
الجلد الشفاف colorless peel	y	Traveller
عدم النضج nonripening	nor A	Long Keeper
العقم الذكرى	جينات كثيرة	
العقد البكرى parthenocarpy	pat -2	Severianin

ولقد حدث تقدم كبير فى تربية الطماطم - وغيرها من المحاصيل الزراعية - بفضل اكتشاف وجود ارتباطات قوية بين بعض الجينات التى تتحكم فى صفات هامة ، وبين أليلات تتحكم فى إنتاج إنزيمات معينة allozyme markers ، ومن أمثلة ذلك مايلى :

١ - الارتباط بين الأللوزيم Aps -1 ، و الجين Mi الذى يتحكم في المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور .

٢ - الارتباط بين الأللوزيم Prx -2 ، و ms-10 وهو أحد الجينات الجيدة لصفة العقم الذكرى .

ويمكن استعمال أى نسيج من أى عضو نباتى (مثل البذور ، أو الأوراق الفلقية ، أو الأوراق الحقيقية الأولى ... إلخ) فى الكشف عن الإنزيم المرتبط بالجين المرغوب دونما حاجة إلى تنمية النبات إلى عمر معين ، أو تحت ظروف معينة ، أو إجراء اختبارات خاصة لإظهار الصفة المرغوب فيها . ويعرف - حالياً - أكثر من ٣٠ جينا لعشرة إنزيمات ،

يكشف عنها بسهولة بطريقة الفصل الكهربائى Starch -gel electrophoresis .

امثلة للطفرات غير العادية

من بين الطفرات الغريبة والعجيبة فى الطماطم مايلى :-

١ - طفرة النمو الخضرى الصوفى Wo (Wooly foliage) .

٢ - طفرة النمو الورقى الملتف Cu (Curl) .

٣ - الطفرتان at ، و r اللتان تعطيان ثماراً صفراء اللون .

٤ - الطفرة y التى تنتج ثماراً وردية اللون .

٥ - الطفرتان r ، و y اللتان تنتجان - عند تواجدهما معاً - ثماراً بيضاء اللون .

٦ - الطفرة t التى تنتج ثماراً ذات لون برتقالى محمر (tangerine) .

٧ - الطفرة B التى تنتج ثماراً برتقالية اللون .

٨ - الطفرة d الخاصة بالنمو المتقزم dwarf التى تستخدم للزراعة فى أصص الزينة.

٩ - الطفرة gh (ghost أو الشبح) : تنبت بذور النباتات الأصيلة فى الطفرة (ghgh) ، لتنتج بادرات ذات أوراق فلقية طبيعية أو مصفرة قليلاً ، إلا أن الورقة الحقيقية الأولى تبدو باللونين الأخضر العادى والأبيض ، ثم تكون الأوراق التالية طبيعية أو مبرقشة كذلك باللونين الأخضر والأبيض (Rick ١٩٨٦) .

وقد عثر المؤلف عام ١٩٨٨ على طفرة ظهرت ككيميرا فى أحد نباتات سلالة الطماطم P.I.433198 ، وبدت فيها جميع الأجزاء النباتية بيضاء اللون ؛ نظراً لأن الأجزاء المطفرة كانت مغطاة بشعيرات كثيفة بيضاء . وقد انتشرت هذه الشعيرات على السيقان ، والأوراق ، وسبلات الأزهار ، والثمار (شكل ١-٢ ؛ يوجد فى آخر الكتاب) . هذا .. إلا أن البذور التى حصل عليها من الثمار الحاملة للطفرة أعطت نباتات طبيعية ؛ مما يدل على أنها كانت كيميرا محيطية .

قوائم الجينات والخريطة الكروموسومية

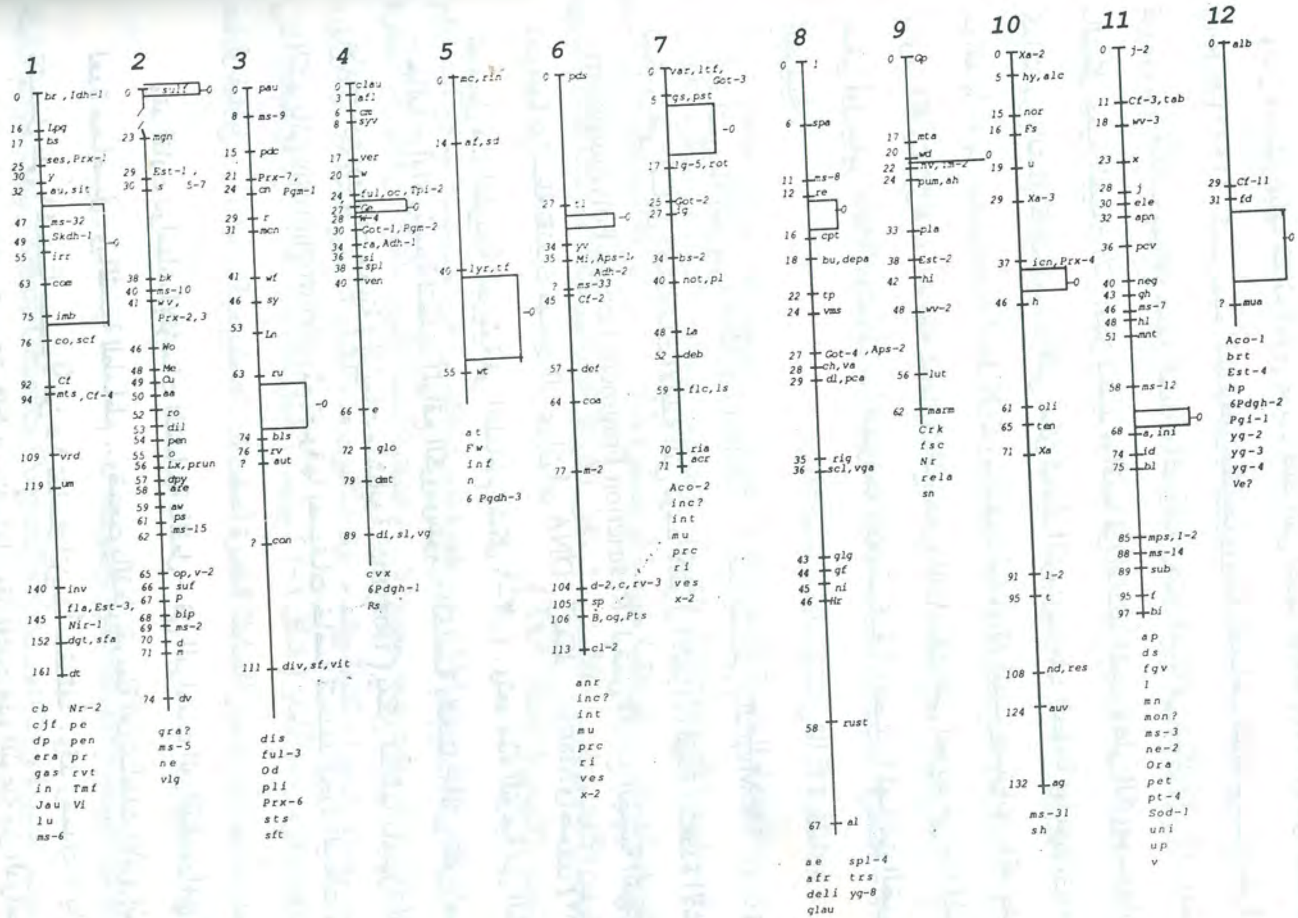
تهتم تعاونية وراثة الطماطم Tomato Genetics Cooperative بنشر قوائم كاملة بالجينات المعروفة التى تتحكم فى الصفات النوعية فى الطماطم ، والتى كان آخرها فى عام

١٩٨٧ (Mutschler وآخرون ١٩٨٧) .

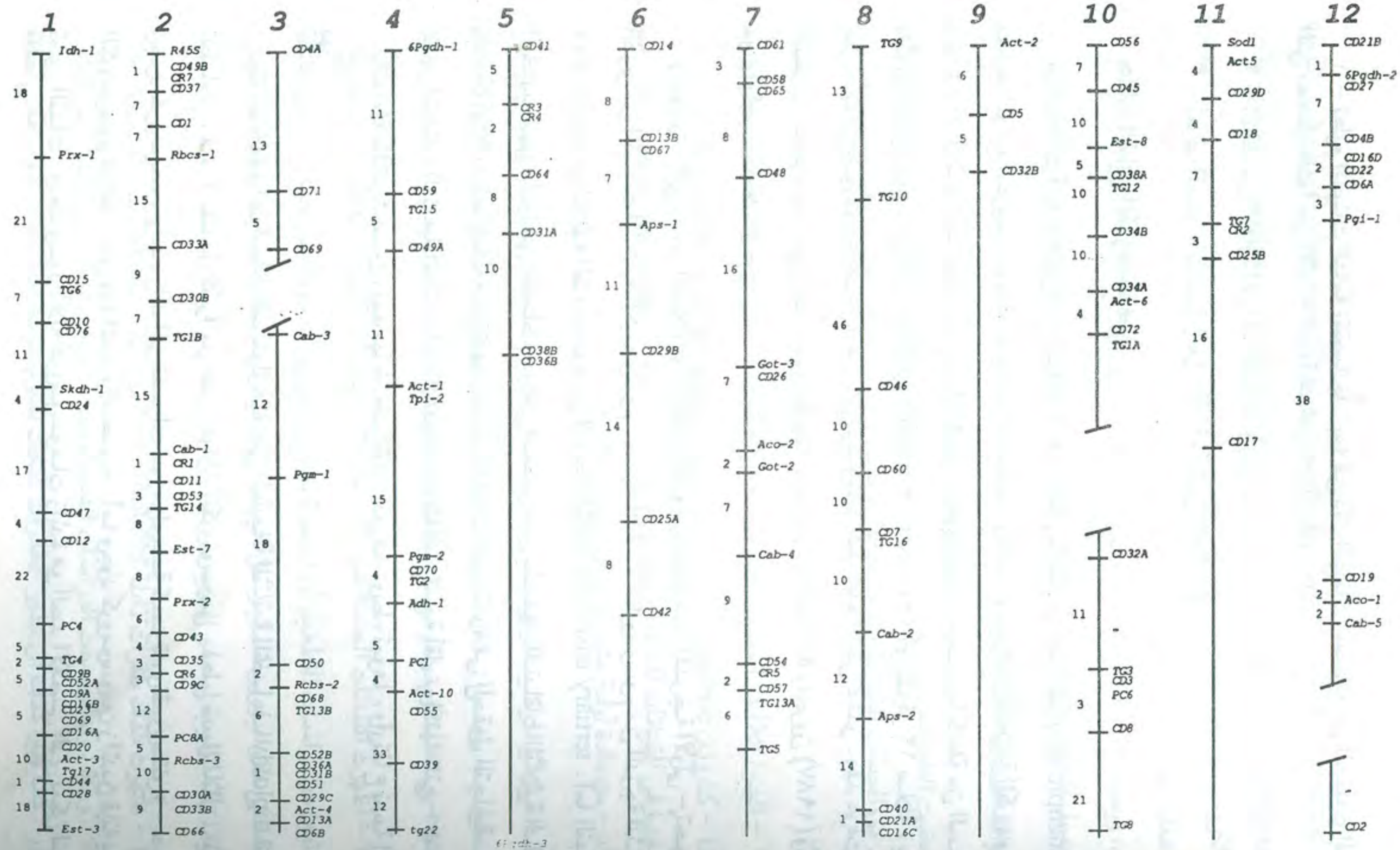
وكان قد نشر قبلها قوائم أخرى عديدة كتلك التى أعدها RicK (١٩٧٤أ) ، و Stevens & Rick (١٩٨٦) . كما يهتم المشتغلون بتربية ووراثة الطماطم كذلك بإعداد خرائط كروموسومية كاملة بمواقع جميع الجينات المدروسة ؛ كتلك المبينة فى شكل (١-٣) . وتظهر بالشكل جميع الجينات التى أمكن تحديد مواقعها فى أماكنها المحددة على الكروموسومات . كما تظهر بالشكل كذلك الجينات التى أمكن تحديد الكروموسومات الحاملة لها دون أن تحدد مواقعها عليها . وقد وضحت أسفل كل كروموسوم . أما مواقع السنتروميترات ..فقد حددت بالرمز O- وتعتبر هذه الخريطة شاملة لنتائج جميع الدراسات التى أجريت فى هذا المجال حتى أول يناير ١٩٨٧ ، وتعرف بـ " الخريطة الكلاسيكية " ؛ تمييزا لها عن الخريطة الجزيئية .

أما الخريطة الجزيئية Molecular Map ، أو ما يسمى بالـ RFLP Map .. فهى تحضر على أساس الاختلافات الآليلية التى توجد لأطوال الأجزاء المقيدة المتعددة الأشكال (Restriction Fragment Length Polymorphisms) لبعض المواقع الجينية التى يمكن تعرفها بواسطة تقنيات تهجين الـ دى إن أى DNA . وتعطى Martha وآخرون (١٩٨٧) تفاصيل هذه الخريطة الجزيئية فى الطماطم (شكل ١-٣ب) . وتعد هذه النوعية من الخرائط - حالياً - أداة رئيسية لتحديد المواقع الكروموسومية الخاصة بالجينات التى تكون مسئولة عن تصنيع بروتينات معينة (إنزيمات متشابهة isozymes) يمكن فصلها بأجهزة الفصل الكهربائى electrophoresis ، ثم تعرفها بصبغات خاصة لتحديد وجود آليلات معينة أو غيابها .

وقد أفادت دراسات الإنزيمات المتشابهة بالفعل - فى الدراسات الوراثية وبرامج التربية لعدة محاصيل . وبالنسبة للطماطم .. وضعت بالفعل خريطة للارتباطات الأيزو إنزيمية ، تشتمل على ٤١ جينا مسئولاً عن ١٥ تفاعلا إنزيمياً مختلفاً . وقد رصدت - بالفعل - الكروموسومات الخاصة بستة وثلاثين جيناً منها . وقد أفادت هذه النوعية من الدراسات فى



شكل (١-١٣) : الخريطة الكروموسومية الكلاسيكية للطماطم (عن Mutschler وآخرين (١٩٨٧) .



شكل (١-٣ب) : الخريطة الكروموسومية الجزيئية للطماطم .

١ – تعليم الجينات الهامة اقتصادياً ؛ بما فى ذلك الجينات المسئولة عن الصفات الكمية، التى يحصل عليها من الأنواع البرية للجنس Lycopersicon .

٢ – التأكد من النقاوة الوراثية للبذرة الهجين .

٣ – تعرف الهجن الجسمية (عن Hille وآخرين ١٩٨٩) .

حالات التباين الكروموسومى

استخدمت أنواع كثيرة من حالات التعدد الكروموسومى غير التام aneuploids فى تحديد المواقع الكروموسومية لجينات الطماطم ، وكانت السلالات الثلاثية الكروموسوم trisomics أكثرها استخداماً فى هذا الشأن . وتتوفر حالياً مجموعة كاملة من السلالات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى primary trisomics ؛ أي يتوفر ١٢ سلالة ، يوجد بكل منها كروموسوم واحد زائد من كروموسومات الطماطم الانثى عشر . وقد عُرِّفت هذه السلالات سيتولوجيا ، ووراثياً ، ومورفولوجيا ، وذكرت Mutschler وآخرون (١٩٨٧) وصفا موروفولوجيا كاملاً لكل منها .

وتتوفر – إلى جانب السلالات الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى – تحورات أخرى من النباتات الثلاثية الكروموسوم ؛ منها الثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثانية secondary ، والثلاثية الكروموسوم من الدرجة الثالثة tertiary trisomics . أما النباتات الأحادية فهى نادرة فى الطماطم . وعلى العكس من ذلك فإن النباتات الثلاثية الذاتية autotriploids تعد شائعة ، وتظهر تلقائياً كطفرات غير مثمرة فى الحقول التجارية . كما تظهر النباتات الرباعية الذاتية autotetraploids تلقائيا بنسبة أقل ، ولكنها تنتج – بسهولة – بالمعاملة بالكولشيسين ، ويعيبها ضعف إنبات بذورها ، وبطء نموها ، وارتفاع نسبة العقم بها .

وتؤكد جميع الدراسات السيتولوجية على الطبيعة الثنائية التضاعف diploidy لنبات الطماطم ، فهو لا يتحمل كثيراً من عدم التوازن الكروموسومى . فعلى سبيل المثال .. يؤدى وجود كروموسوم واحد زائد إلى تغيرات مورفولوجية كبيرة ، ونقص متنوع – حسب الكروموسوم الزائد – فى قوة النمو والخصوبة . أما وجود كروموسومين زائدين فإنه يعيق تطور النبات . ويعد وجود ثلاثة كروموسومات زائدة هو الحد الأقصى الذى يمكن لنبات

الطماطم تحمله ، ولايكون ذلك ممكناً إلا بالنسبة لبعض الكروموسومات الصغيرة من الهيئة الكروموسومية للطماطم . ولا يتحمل نبات الطماطم نقص كروموسوم كامل إلا بالنسبة لثلاثة من الكروموسومات الصغيرة . هذا .. ويحدث أى نقص فى الكروماتين الفعال تأثيراً سيئاً على عملية تكوين الجاميطات المذكرة والمؤنثة على حد سواء (Stevens & Rick ١٩٨٦) . هذا .. ويعد Kaloo (٩٨٦) من المصادر الهامة ، التى يمكن الرجوع إليها بخصوص التفاصيل الدقيقة لسيتولوجى الطماطم ، وحالات التباين الكروموسومى التى توجد بها .

وراثة الصفات الفسيولوجية

حظيت الطماطم بدراسات عديدة فى مجال الوراثة الفسيولوجية ، وأمكن التعرف على عديد من الجينات التى تتحكم فى صفات فسيولوجية معينة ، منها - على سبيل المثال - مايلى :

١ - الجين Del ذو السيادة غير التامة : يتحكم هذا الجين فى إنتاج كميات كبيرة من الدلتا - كاروتين delta - carotene على حساب بقية الصبغات الكاروتينية التى تتكون طبيعياً فى النباتات العادية ؛ ويعنى ذلك أن كاروتينات الطماطم يتم تمثيلها - كل على انفراد - من مادة أولية مشتركة بينها Common Precursor .

٢ - تبين أن المركبات الرئيسية المسئولة عن النكهة والطعم المميزين فى الطماطم - وهى : 2- isobutylthiazole ، و methylsalicylate ، و eugenol ، وcitrate ، و malate يتحكم فى كل منها جين واحد .

٣ - أظهرت النباتات الحاملة للجين btl نقصاً واضحاً فى البورون بالنموات الخضرية . وقد تبين من دراسات التطعيم أن الطفرة تمتص البورون بصورة طبيعية ، إلا أنها قليلة الكفاءة فى نقل البورون الممتص من الجذور إلى بقية أجزاء النبات . كما اكتشفت طفرة مماثلة (fer) بالنسبة لعنصر الحديد .

٤ - ظهرت كذلك طفرات ذابلة wilty mutants فى الطماطم أعطيت الرموز flc ، و not ، و sit . وقد أوضحت الدراسات الفسيولوجية أن ذبولها يرجع إلى سلوك غير طبيعى للثغور . كما تبين كذلك أن جذور الطفرات الثلاث تقاوم حركة الماء بها ، وأنها تعانى حالة

عدم توازن هرمونى ؛ حيث وجد أن بها نقصاً واضحاً فى حامض الأبسيسيك abscisic acid . وقد أدت معاملتها بحامض الأبسيسيك إلي رجوعها إلى الحالة الطبيعية ، فيما يتعلق بالذبول، وحالة الثغور والجذور.كما وجد أن حالة الذبول فى -النباتات الحاملة لطفرتين مجمعتين من هذه الطفرات الثلاث - كانت أشد مما فى النباتات الحاملة لطفرة واحدة .

٥ - تبين أن نباتات الطماطم الطبيعية تنتج صبغة الأنثوسيانين المسماة بيتانين Petanin . وقد اكتشفت ثلاثة جينات غير أليلية ، هى ag ، و al ، و Pn تسمح بتمثيل الأنثوسيانين ، ولكنها تنظم ذلك زمنياً خلال مختلف مراحل النمو النباتى . ويمثل الأنثوسيانين خلال المراحل الوسطية فى التراكيب af ، و ah ، و aw ، و bls . كما اكتشفت طفرتان أخريان تتحكمان فى تركيب الصبغة الأنثوسيانينية ، هما : a وفيها الأجليكون aglycone عبارة عن بيونيدن Peonidin ، و ai التى توجد فيها الصبغة في صورة بتيونيدين Petunidin .

٦ - تعانى الطفرة dgt من الاستجابة غير الطبيعية للجاذبية الأرضية فى كل السيقان والجذور .

وأوضحت دراسات التطعيم أن سبب هذه الظاهرة يوجد فى النموات الخضرية ، وقد وجد أن هذه الطفرة تستجيب للمستويات المنخفضة من الإيثيلين ؛ مما يدل على أن نموها غير الطبيعى يرجع إلى خلل في تمثيل الأوكسين والإيثيلين .

٧ - ظهرت طفرة عقم ذكرى غير منتظمة فى ظاهرة العقم variable male sterile (vms) . تزهر الطفرة بصورة طبيعية فى الجو البارد ، بينما تكون عقيمة فى درجة حرارة ٣٠ -٣٢° م . وقد تبين أن مرحلة النمو الحساسة للحرارة المرتفعة هى قبل الانقسام الميوزى فى المتوك بنحو ١٠ أيام .

٨ - وجدت طفرة (La) أظهرت تأثيرات متنوعة على النمو الخضرى للنباتات الحاملة لها؛ فالتركيب الوراثى Lala كان طبيعيا ، بينما ظهرت النباتات الحاملة للتركيب الوراثى LaLa بثلاثة أشكال مورفولوجية حتى فى أفراد السلالة النقية الواحدة ؛ والأشكال هى : نباتات خالية تماماً من الأوراق ، وأخرى ينتهى نموها بتكوين ورقة فلقية واحدة ، وثالثة تستمر فى

النمو ولكنها لاتزهر . وتبين أن نسب هذه الأشكال المظهرية فى النباتات ذات التركيب الوراثى La La تختلف باختلاف عمر البذور المستخدمة فى الزراعة .

٩ - وجدت طفرة لا يمكنها تمثيل الحامض الأمينى ثيامين thiamine ، ويلزم تزويدها به، وقد أخذت الرمز (tl) كما وجدت طفرة أخرى هى spa ، و ten بها نقص غير كامل فى الثيامين ، وكانت تعانى الطفرة الأولى منهما (spa) من نقص آخر فى البريميدين Pyrimi-dine .

١٠ - ظهرت طفرة طماطم ذات احتياجات عادية جدا من البوتاسيوم تصل إلي ١٠٠ - ٢٠٠ ضعف التركيز الطبيعى للتغذية بالبوتاسيوم فى النباتات العادية ؛ حتى لا تظهر عليها أعراض نقص العنصر ؛ علماً بأن محتوى نباتات هذه الطفرة من العنصر عادى ، وهو ما يدل على أن أعراض نقص العنصر بها لا ترجع إلى ضعف فى قدرتها على امتصاصه أو نقله فى النبات . ويُظهر ذلك خطأ الاعتماد على تحليل النموات الخضرية فى تقدير نقص العناصر (عن Rick ١٩٨٦) .

جيرمبلازم الطماطم ومصادر الصفات

تنشر تعاونية وراثة الطماطم بصورة دورية قوائم كاملة بما يتوفر لديها ولدى وزارة الزراعة الأمريكية من سلالات وأصناف ، وقوائم أخرى بالسلالات التى يتوفر بها طفرات معينة . فوزارة الزراعة الأمريكية - ممثلة فى محطة إدخال النباتات الإقليمية في الشمال الشرقى NE Regional Plant Introduction Station فى جينيفا Geneva بولاية نيويورك - تحافظ على مجموعة الطماطم العالمية التى تربو على الخمسة آلاف صنف وسلالة من مختلف أنواع الجنس Lycopersicon ، جمعت من جميع أنحاء العالم وأعطيت أرقاما تعرف بأرقام المدخلات النباتية Plant Introduction Numbers .

وتحتفظ تعاونية وراثة الطماطم بأكثر من ١٠٠٠ مدخل من الطماطم وجميع أنواع الأخرى التابعة للجنس Lycopersicon جمعت أساساً من موطن الطماطم فى أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية ، وأعطيت أرقاماً تعرف بأرقام مداخل الجنس ليكوبرسكن Lycopersircon Accessions ، وتكثر هذه السلالات فى قسم الخضر بجامعة

كاليفورنيا بديفز . وقد نشرت آخر قائمة لهذه السلالات فى التقرير التاسع والثلاثين لعام ١٩٨٩ لتعاونية وراثة الطماطم . وكان قد سبقها فى عام ١٩٨٨ (التقرير رقم ٣٨) نشر قائمة بـ ٧٦٨ مدخلاً ، مقسمة حسب الصفات المميزة التى توجد بكل منها ، مثل : مصادر التباين الإنزيمى allazymic variants ، والتباين السيتوبلازمى Cytoplasmic variants ، والمعلمات الكروموسومية Chromosome markers ، ومختلف الطفرات ، ومختبرات الارتباط linkage testers ، والانتقالات translocations ، ومصادر القدرة على تحمل مختلف الظروف البيئية القاسية ، والسلالات المتضاعفة ذاتياً ، والثلاثية الكروموسوم من الدرجة الأولى ... إلخ .

كما اشتمل العدد السابع والثلاثون لعام ١٩٨٧ لتعاونية وراثة الطماطم على قائمة مرتبة أبجدياً بمصادر ٧٢٠ طفرة من الطفرات المدروسة فى الطماطم والأنواع البرية القريبة منها ، ومقسمة فى الوقت ذاته إلى ٢٦ طرازاً طفرياً . وإلى جانب ذلك .. فإن المركز الأسيوى لبحوث وتطوير الخضر Asian Vegetable Research and Development Center يحتفظ بأكثر من ٥٠٠٠ صنف وسلالة من الطماطم والأنواع البرية القريبة .. إلا أن نسبة كبيرة منها تعد تكراراً لتلك التى تحتفظ بها وزارة الزراعة الأمريكية .

وتوجد مجموعات أخرى من جيرمبلازم الطماطم تضم عدة آلاف من الأصناف والسلالات التى تكثرها وتحتفظ بها هيئات أو مؤسسات خاصة أو حكومية فى مختلف بقاع العالم (الولايات المتحدة ، واليابان ، وألمانيا ، وبيرو ، وكوبا ، وهولندا ، والاتحاد السوفيتى سابقا، والمجر ، والأرجنتين ، وغانا ، وأستراليا ، وكندا) .

ولمزيد من التفاصيل عن طبيعة مجموعات جيرمبلازم الطماطم وعناوينها .. يراجع Esquinas - Alcazar (١٩٨١) .

الانواع التابعة للجنس ليكوبرسكن

التقسيم العام للجنس ليكوبرسكن

كان C . H . Muller أول من قدم دراسة مفصلة عن تقسيم الجنس Lycopersicom وذلك فى عام ١٩٤٠ . وتبعاً لذلك التقسيم .. فإن الجنس Lycopersicon يتضمن تحت

جنسين two subgenera ، همـا : Eulycopersicon ، و Ericopersicon ، وقد ذكـر Muller تحـتهمـا ٦ أنـواع ، و ٦ تقسيمـات تحت نوعيـة (جـدول ١-٢) وتـلا ذلك - مباشرة - تقسيم L . C . Luckwill فى عـام ١٩٤٣ ، الذى اتبـع التقسيم العـام للجنس Lycopersicon إلى تحت جنسين ، ولكنـه ذكـر تحـتهمـا ٧ أنـواع ، و ١٧ تقسيماً تحـت نوعى (جـدول ١-٣) . وقد اشتمـل تقسيم Luckwill علـى ٨ تحـت أنـواع للطماطم L.esculentum ، ظلت سائدة لفترة طويلة .

وقد اعتمد كلا التقسيمين السابقين للجنس Lycopersicon على اشتمال تحت الجنس Eulycopersicon على الأنواع ذات الـثمـار الملسـاء الحمـراء ، واشتمـال تحت الجنس Ericopersicon على الأنواع ذات الثمـار الوردية الخضـراء ، أو البـيضـاء ، أو المصفرة اللون . ونظرا لسطحية هـذه الصـفات التى اتخذت أساساً للتقسيـم .. فإن هذين تحت الجنسين لـم يعـودا مسـتخـدمين . واعـتمـاداً علـى الكم الهـائل مـن المـعلـومـات التى تجمـعت عن الجنس Lycopersicon منـذ الأربعـينـيـات .. فإنه يقسم حـاليـاً إلى ٩ أنواع (منـهـا ٨ برية ، وواحـد بـرى ومنـزرع) تتـضـمن ١٠ تقسيمـات تحـت نوعـيـة تشـتمل ٦ أصناف نباتية (منها ٣ تمثل طرزاً نوعية type species) ، و ٤ طـرز Forms (منها اثنان يمثلان طرزاً نوعيـة) (جدول ١-٤) . ويتجـه أغلب البـاحثين إلي تقسيم هـذه الأنواع التسعة إلى مجموعتين مركبتين two complexes ، تتضمن إحداهما الأنواع : L . esculentum ، و L . hirsutum ، و L. pimpinellifolium ، و L. chmielewskii ، و L. parviflorum ، و L. pennellii ، و L. cheesmanii ؛ وتتـضـمن الأخرى النوعين : L . peruvianum ، و L. chilense . وبالرغم من أن هذا التقسيم إلى مجموعتين مركبتين لا يعتد به من الوجهة التقسيمية .. إلا أنه يفيد في تجنب استعمال التقسيم السابق للجنس إلى تحت جنسين (Warnock ١٩٨٨) .

وقد ذكـر فى أوقـات سـابقـة أنـواع أخـرى ضـمن الجنس Lycopersicon ، منـهـا : L. humbodltii الذى يشبه الطماطم المزروعة (عن Hedrick ١٩١٩) ، و L. minutum (عن Hogenboom ١٩٧٢) .. إلا أنه لا يؤخذ بها حالياً .

جدول (١-٢) : تقسيم Muller للجنس <u>Lycopersicon</u> (نشر فى عام ١٩٤٠) .

النوع	سنة إعطاء الاسم
Lycopersicon Miller	١٧٥٤
Eulycopersicon Muller	١٧٦٨
L. esculentum Mill.	١٩٤٠
L. esculentum f. *pyriforme* (Dun.) Mull.	١٨٨٦
L. esculentum var. *cerasiforme* (Dun.) Gray	١٧٦٨
L. pimpinellifolium (Jusl.) Mill.	
Eriopersicon Muller	١٧٦٨
L. peruvianum (L.) Mill.	١٨٥٢
L. peruvianum var. *dentatum* Dun.	١٩٤٠
L. peruvianum var. *humifusum* Mull.	١٩٢٥
L. cheesmanii Riley	١٩٤٠
L. cheesmanii f. *minor* (Hook. f.) Mull.	١٨١٦
L. hirsutum Humb. and Bonpl.	١٩٤٠
L. hirsutum f. *glabratum* Mull.	١٩٤٠
L. glandulosum Mull.	

جدول (١-٣) : تقسيم Luckwill للجنس <u>Lycopersicon</u> (نشر فى عام ١٩٤٣) .

النوع	سنة إعطاء الاسم
Lycopersicon Miller	١٧٥٤
Eulycopersicon Mull.	١٧٦٨
L. esculentum Mill. sub - sp. *typicus*	
L. esculentum sub - sp. *typicus* var. *commune* Bailey	
L. esculentum sub - sp. *typicus* var. *grandifolium* Bailey	
L. esculentum sub - sp. *typicus* var. *validum* Bailey	
L. esculentum sub - sp. *typicus* var. *pyriforme* Alef.	١٩٤٣
L. esculentum sub - sp. *galeni* (Mill.) Luck.	١٩٤٣
L. esculentum sub - sp. *humboldtii* (Dun.) Luck.	١٩٤٣
L. esculentum sub - sp. *intermedium* Luck.	
L. pimpinellifolium Mill.	١٧٦٨
Eriopersicon Mull.	١٩٤٣
L. peruvianum Mill. sub - sp. *typicus*	١٨٩٤
L. peruvianum sub - sp. *typicus* var. *regulare* (Dun.) Luck.	١٩٤٣
L. peruvianum sub - sp. *commutatum* Walp.	١٩٤٣
L. peruvianum sub - sp. *puberulum* (Phil.) Luck.	١٨٦١
L. peruvianum sub - sp. *dentatum* (Dun.) Luck.	١٩٢٥
L. pissisi Phil.	١٩٤٠
L. cheesmanii Riley sub - sp. *typicus*	
L. cheesmanii sub - sp. *minor* (Hook.) Mull.	١٨١٦
L. hirsutum Humb. and Bonpl.	١٩٤٣
L. hirsutum var. *agrimoniaefolium* (Dun.) Luck.	١٩٤٠
L. hirsutum var. *glabratum* Mull.	١٩٤٠
L. glandulosum Mull.	

جدول (٤-١) : التقسيم الحالى للجنس Lycopersicon .

سنة إعطاء الاسم	النوع
١٧٥٤	*Lycopersicon* Miller
١٧٦٨	*L. esculentum* Mill.
	L. esculentum mill. var. *esculentum*
١٨٨٦	*L. esculentum* var. *cerasiforme* (Dun.) Gray
١٧٦٨	*L. pimpinellifolium* (Jusl.) Mill.
١٩٢٥	*L. cheesmanii* Riley
	L. cheesmanii Riley f. *cheesmanii*
١٩٤٠	*L. cheesmanii* f. *minor* (Hook. f.) Mull.
١٨١٦	*L hirsutum* Humb. & Bonpl.
	L. hirsutum Humb. & Bonpl. f. *hirsutum*
١٩٤٠	*L. hirsutum* f. *glabratum* Mull.
١٩٨١	*L. pennellii* (Corr.) D'Arcy
	L. pennellii (Corr.) D'Arcy var. *pennellii*
١٩٨١	*L. pennellii* var. *puberulum* (Corr.) D'Arcy
١٩٧٦	*L. chmielewskii* Rick, Kes., Fob. & Holle
١٩٧٦	*L. parviflorum* Rick, Kes., Fob. & Holle
١٧٦٨	*L. peruvianum* (L.) Mill.
	L. peruvianum (L.) Mill. var. *peruvianum*
١٩٤٠	*L. peruvianum* var. *humifusum* Mull.
١٨٥٢	*L. chilense* Dun.

كما ظل النوع L . pennellii تابعاً للجنس Solanum تحت الإسم العلمى S. pennellii إلى أن نقل إلى الجنس Lycopersicon فى عام ١٩٨١ . هذا .. ويعرف نوع آخر يتبع الجنس Solanum ويتلقح بسهولة نسبية مع بعض أنواع الجنس Lycopersicon وهو النوع S. lycopersicoides Dun. ، الذى وجد أنه يتلقح مع كل من L. esculentum، و L . cheesmanii ، و L . pimpinellifolium ، و L . pennellii .

ويعد S. lycopersicoides نوعاً وسطاً بين كل من الجنسين Lycopersicon ، و Solanum ، بالرغم من أن كل الدراسات التقسيمية تضعه فى الجنس Solanum .

ومن الأنواع الأخرى القريبة للطماطم : S. juglandifolium Dun و S.ochranthum Dun. ، و S. Rickii (Rick ١٩٨٨) .

تعتبر جميع أنواع الجنس Lycopersicon أعشاباً حولية أو معمرة لفترة قصيرة ، وثنائية التضاعف فيها ٢ ن = ٢ س = ٢٤ كروموسوماً . ولاتنمو أى من هذه الأنواع - برياً - إلا فى غرب أمريكا الجنوبية فى منطقة تمتد شمالاً إلى شمال شيلى وجنوب كولومبيا ، وغرباً إلى المحيط الهادى وجزر جالاباجوس Galapagos Islands ، وشرقاً إلى تلال

الإنديز (Rick ١٩٧٢) .

ويتوفر فى الوقت الحاضر ما يزيد على ٣٠٠٠ سلالة من مختلف الأنواع البرية ، وهى الأنواع وتحت الأنواع المذكورة فى جدول (١-٤) فيما عدا الطماطم L.esculentum var. esculentum ، وتكثر نحو ١٠٠٠ منها بواسطة قسم الخضر فى جامعة كاليفورنيا بديفز ، بينما تكثر نحو ١٠٠٠ أخرى بواسطة محطة إدخال النباتات الإقليمية فى الشمال الشرقى الأمريكي فى جينيفا بولاية نيويورك . وقد نشرت آخر قائمة بأرقام سلالات جامعة كاليفورنيا فى التقرير السابع والثلاثين لعام ١٩٨٩ لتعاونية وراثة الطماطم . تضمنت هذه القائمة ٩٨٧ سلالة مقسمة حسب الأنواع التى تنتمى إليها . كما ذكر Esquinas - Alcazar (١٩٨١) أعداد مختلف سلالات الأنواع البرية التى تحتفظ بها المؤسسات المعنية بها فى شتى بقاع العالم .

النوع L. esculentum Mill.

تدخل الطماطم المنزرعة ضمن هذا النوع وتحت الصنف النباتى esculentum ليصبح اسمها العلمى الكامل L. esculentum var. esculentum . وقد دافع بعض العلماء عن الاسم العلمى القديم للطماطم الذى وضعه Linnaeus وهو : Lycopersicon lycopersicum (L.) Karsten وتمسكوا به ، وظل هذا الأمر موضع خلاف بين العلماء ، إلى أن حسم الموضوع نهائياً لصالح الاسم Lycopersicon esculentum Mill. فى مؤتمر النبات الدولى الرابع عشر ، الذى عقد فى برلين فى يوليو ١٩٨٧ .

يتضمن هذا النوع كذلك الصنف النباتى L.esculetum var. cerasiforme الذى يُعتقد أنه الأصل البرى الذى نشأت منه الطماطم المزروعة (Rick ١٩٧٦ أ) . ينمو هذا الصنف النباتى برياً في بيرو وأكوادور ؛ كما يعتبر هو الوحيد الذي وجد نامياً بحالة برية خارج موطن الجنس Lycopersicon فى أمريكا الجنوبية ، وقد انتشرت زراعته فى شتى أنحاء العالم من خلال الأصناف المحسنة ذات الثمار الكريزية الشكل(Purseglove ١٩٧٤).

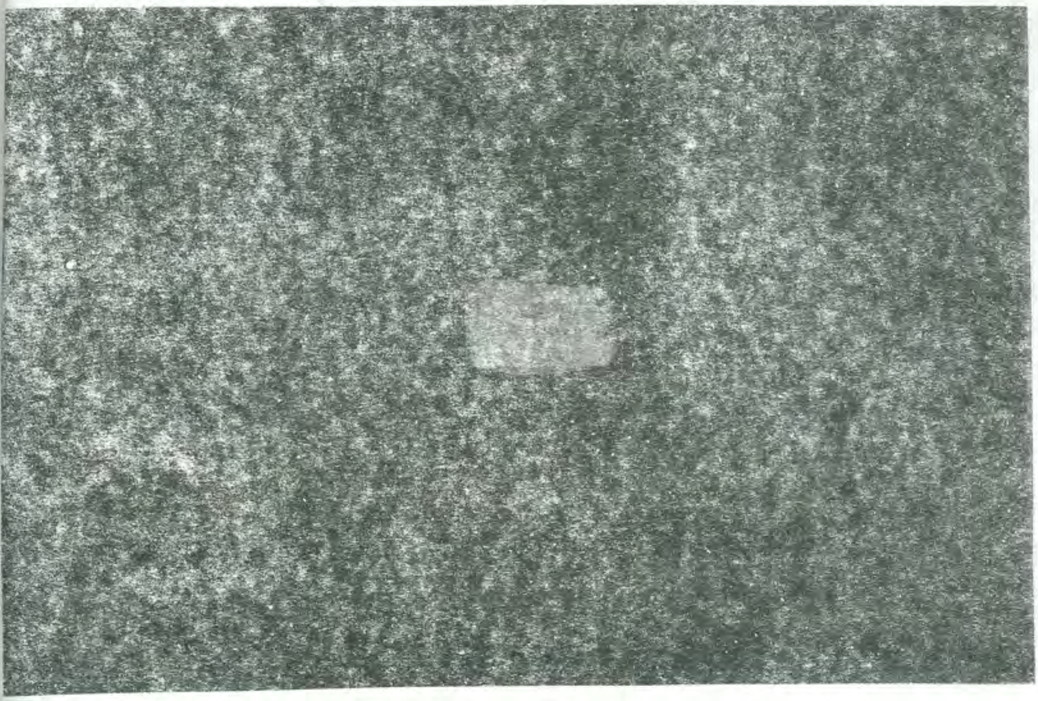
يشتمل هذا الصنف النباتى على مدى واسع من الطرز البرية التى يقترب بعضها من النوع L. pimpinellifolium . ويُعتمد فى كثير من الأحيان على صفة حجم الثمرة للتمييز

بينهما ؛ حيث يتضمن النوع L. pimpinellifolium الطرز التى يقل قطرها عن ٥ر١سم ، بينما يتضمن الصنف النباتى cerasiforme الطرز التى يتراوح قطر ثمارها من ٥ر١ - ٠ر٣سم ، ويتضمن الصنف النباتى esculentum الطرز التى يزيد قطر ثمارها على ٣سم . نباتات هذا الصنف النباتى (cerasiforme) تتحمل الانحرافات الكبيرة فى الظروف البيئية ؛ فبعض سلالاتة تتحمل ظروف الجفاف ؛ حيث تنمو برياً فى صحراء بيرو الغربية ، وبعضها الآخر يتحمل ظروف الغرق ؛ حيث تنمو فى مناطق استوائية يتراوح معدل الأمطار السنوى بها من ٤ - ٥ أمتار . كما تتوفر منه سلالات تتحمل أمراض الذبول ، وأعفان الجذور ، وتبقعات الجذور (Rick ١٩٧٢) . يبرز المسيم قليلاً من الأبنوبة السدائية فى بعض سلالات هذا الصنف النباتى ؛ مما يتيح حدوث نسبة من التلقيح الخلطى . وبالرغم من صغر حجم ثماره .. إلا أنها تستخدم كخضر فى أجزاء كثيرة من المكسيك (Taylor ١٩٨٦) .

وقد تضمن تقسيما Miller (جدول ١-٢) ، و Luckwill (جدول ١-٣) طرزا (forms) وأضافات نباتية (Varieties) أخرى تحت النوع L. esculemtum ، لعل أبرزها الطراز F. pyriforme الذى شاع استخدامه لفترة طويلة ، إلا أن المتفق عليه الآن أن كل هذه التقسيمات تحت النوعية سطحية ، ولا يوجد مبرر لاستخدامها .

النوع L. pimpinellifolium (Jusl.) Miller

يطلق على نباتات هذا النوع الاسم الإنجليزى Current tomato ، وهو ينمو برياً فى أمريكا الجنوبية - خاصة فى بيرو والبرازيل - ويتميز بعناقيده الزهرية الكبيرة ، وثماره الصغيرة الحمراء اللون عند النضج ، ونباتاته القوية النمو (شكل ١-٤) . ويعد هذا النوع صورة مصغرة (miniture أو diminutive) للنوع L. esculentum . وهو يتداخل مع الصنف النباتى L. esculentum var . cerasiforme فى الحدود الشمالية والشمالية الشرقية لمجال انتشاره ، حيث يصعب التمييز بينهما أحياناً ؛ مما يجعل الباحثين مضطرين إلى اللجوء إلى صفة الثمرة كأساس للتمييز .



شكل (١ – ٤) : النمو الخضرى للنوع L. pimpinellifoliun .

التلقيح فى النوع L. pimpinellifolium ذاتى بدرجة عالية ، وجميع سلالاته متوافقة ذاتياً ، وتعتبر نباتاته على درجة كبيرة من الأصالة الوراثية ، إلا أنه تحدث به نسبة من التلقيح الخلطى ، تزيد أحياناً – فى شمال غربى بيرو – إلى درجة قد تصل إلى ٤٠ ٪ . تتميز السلالات التى يشيع فيها التلقيح الخلطى ببروز المسيم بوضوح من الأبنوبة السدائية . يتلقح هذا النوع بسهولة تامة مع الطماطم المزروعة ، وتحدث الهجن الطبيعية بينهما فى بيرو وإكوادور . ويعتبر هو النوع البرى الوحيد الذى يتلقح طبيعياً مع الطماطم .

يعد النوع pimpinellifolium مصدراً جيداً لمقاومة عديد من الأمراض ، ولعدد من صفات الجودة الثمرية مثل اللون الجيد ، والـ pH المنخفض ، وارتفاع نسبة المواد الصلبة

الذائبة الكلية ، ومحتوى الفيتامينات (Rick ١٩٧٩ أ ، ١٩٨٠) .

النوع L. cheesmanii Riley

ينتشر هذا النوع فى جزر جالاباجوس Galapagos، وليس له وجود فى بيرو .. الموطن غير المشكوك فيه للجنس Lycopersicon ؛ ويوجد منه طرازان ؛ هما : الطراز الممثل للنوع f. cheesmanii ، والطراز f. minor (جدول ١-٤) . وينتشر الطراز الثانى بكثرة فى الجزيرة ، خاصة فى المناطق غير المرتفعة ؛ حيث يكون الجو أكثر جفافاً ودفئاً . وتتعرض نباتات هذا الطراز - دائماً - لرذاذ المحيط وزيادة ملوحة التربة ، ويشاهد أحياناً نامياً على ارتفاع مترين ومسافة ٥ أمتار من خط مد ماء المحيط ، وتنمو النباتات بصورة طبيعية تحت هذه الظروف من الملوحة العالية ، ولكنها ضعيفة وبطيئة النمو بشكل عام .

ويعتقد Rick (١٩٧٢) أن نباتات هذا الطراز البرى تحتوى على جينات الطماطم المزروعة لتعطى نباتات مقاومة للملوحة .

ثمار هذا النوع صغيرة ، يبلغ قطرها سنتيميتراً واحداً ، ولونها أصفر أو برتقالى ؛ ويتلقح بسهولة مع الطماطم ، والتلقيح الذاتى هو السائد بنسبة تكاد تصل إلى ١٠٠ ٪ ، ونباتاته أصيلة وراثياً بدرجة عالية . ويذكر Rick (١٩٨٠) احتياج نباتات هذا النوع إلى نهار قصير حتى تزهر . وقد لاحظ المؤلف أن نباتات الجيل الأول بين هذا النوع والطماطم (صنف Peto 86) - والتى كانت نامية تحت ظروف محافظة الجيزة - أزهرت بصورة طبيعية على امتداد الفترة من يونيو إلى فبراير ، مما يدل على عدم سيادة صفة الحاجة إلى النهار القصير للإزهار فى هذا النوع .

يبلغ قطر الثمار المكتملة النمو حوالى سنتيمتراً واحداً ، ويكون لونها برتقالياً عند النضج ؛ نتيجة لتحول صبغة الليكوبين إلى بيتاكاروتين . ولكن لون الثمار الناضجة قد يتراوح ما بين الأصفر ، والأصفر الضارب إلى الخضرة فى بعض السلالات . كما توجد

سلالة واحدة (هى LA 424) ذات ثمار قرمزية اللون .

وقد نقلت عدة جينات من L. cheesmanii إلى الطماطم ، ومنها الجين j2 الذي يتحكم في صفة العنق الثمرى الخالى من المفصل jointless . ولم يستخدم هذا النوع كمصدر لصفات المقاومة للآفات ؛ وربما كان ذلك بسبب انعزال نشأته فى جزيرة جالاباجوس بعيداً عن الآفات التى تنتشر فى قارة أمريكا الجنوبية . ويعتبر المحتوى الثمرى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة من الصفات الهامة في هذا النوع ، والتى يمكن الاستفادة منها فى الطماطم . وجدير بالذكر أن الطراز L. cheesmanii f. minor يعد مصدراً أفضل لهذه الصفة عن L. chmielewskii ، المعروف بارتفاع محتواه من المواد الصلبة الذائبة (Rick وآخرون ١٩٨٧) .

النوع L. hirsutum Humb. & Bonpl.

ينمو هذا النوع برياً فى منطقة تمتد من وسط بيرو إلى شمال إكوادور ، ويوجد نامياً على ارتفاعات تتراوح من ٥٠٠ - ٣٣٠٠م عن سطح البحر ، ولكن يكثر انتشاره فى المناطق الرطبة وعلى ضفاف الأنهار . تحتاج النباتات إلى نهار قصير حتى تزهر .

وقد لاحظ المؤلف أن هذه الصفة سائدة ؛ إذ ظهرت فى نباتات الجيل الأول الهجين بين هذا النوع والطماطم .

تنتشر فى نباتات هذا النوع شكل (١ - ٥) ظاهرة عدم التوافق incompatibility ، إلا أن بعض سلالاته تعد متوافقة ذاتيا ، وتكون هذه السلالات أكثر تجانساً من غيرها غير المتوافقة . وتكون الثمار خضراء ، معرجة بخطوط أرجوانية عند النضج .

تتميز طرز هذا النوع التى تنمو على ارتفاعات كبيرة بمقاومتها للصقيع . كما يعد هذا النوع أقل أنواع الجنس Lycopersicon تعرضاً للإصابة بالآفات ؛ فتوجد به صفات المقاومة لنوعين من العناكب ، وعدد من الحشرات الهامة ؛ منها : دودة ثمار الطماطم ،

والمن ، ونافقات الأوراق ، وذبابة البيوت المحمية البيضاء ... وغيرها (Rick ١٩٧٢ ، ١٩٧٩ ، ١٩٨٠) . وقد وجد أن النباتات تحتوى على مبيد حشرى طبيعى هو 2-tridecanone . كما اكتشفت فى بعض سلالاته صفات المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ، والتبقع السبتورى ، وفيرس تبرقش الدخان .



شكل (١-٥) : النمو الخضرى للنوع L. hirsutm

يتوفر هذا النوع على أحد طرازين ، هما :

١ – الطراز الممثل للنوع ، وهو L. hirsutum f. typicum :

يتميز هذا الطراز بالشعيرات الكثيفة التى تنتشر على السيقان ، والأوراق ، والثمار ؛ وبالأزهار الكبيرة التى يبرز فيها الميسم بوضوح من الأنبوبة السدائية (شكل ١–٦) . وتنتشر ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى الغالبية العظمى من نباتات هذا الطراز ، ولكن توجد سلالات قليلة أمكن تلقيحها ذاتياً يدوياً .



شكل (١–٦) : ظاهرة بروز الميسم من الأنبوبة السدائية اتى تنتشر فى الأنواع الخلطية التلقيح من الجنس Lycopersicon .

٢ – الطراز L. hirsutum f. glabratum :

يتميز هذا الطراز – مقارنة بالطراز الممثل للنوع – بقلة كثافة شعيراته ، وصغر حجم

أزهاره ، وميل نباتاته إلى التلقيح الذاتى .

يتلقح الطرازان معاً ، كما يتلقحان بسهولة مع الطماطم ؛ ولكن يشترط فى حالة التلقيح مع الطراز الممثل للنوع f. typicum أن تستخدم الطماطم كأم فى التهجينات فى (Taylor ١٩٨٦).

النوع L. pennellii (Correll) D'Arcy

ظل النوع L. pennellii (شكل ١-٧) تابعاً للجنس Solanum تحت الاسم العلمى S. pennellii حتى عام ١٩٨٢ حينما نقل إلى الجنس Lycopersicon بناء على دراسات D'Arcy (١٩٨٢) التى بين فيها أن هذا النوع أقرب إلى الجنس Lycopersicon منه إلى الجنس Solanum . فبالرغم من احتوائه على كثير من الخصائص التقسيمية للجنس Solanum، إلا أنه يتشابه مع الطماطم فى صفات أخرى ، ويتلقح معها بسهولة إذا استخدمت الأخيرة كأم فى التهجينات . كما أنه يتلقح بسهولة - كذلك - مع جميع الأنواع التى تتبع مجموع اسكيولنتم المركبة esculentum complex .

تنمو نباتات النوع L. pennellii - برياً - فى المنحدرات الغربية لجبال الإنديز فى وسط بيرو ، وهى مناطق شديدة الحرارة والجفاف ، وتنتشر فيها بعض أنواع الصبارات . يعتبر المجموع الجذرى لنباتات هذا النوع ضعيفاً للغاية ؛ إذ لا يتعدى نموه ٥ ٪ من نمو المجموع الجذرى لنباتات الطماطم العادية التى من نفس العمر . وترجع مقاومته العالية لظروف الجفاف إلى قدرة أوراقه على الاحتفاظ بالماء - بدرجة كبيرة - دون أن تظهر عليها أعراض الذبول ، إلا بعد أن تجف أنسجتها كثيراً - مقارنة بالأنواع الأخرى - كما يبدو أن جزءاً من قدرته على تحمل ظروف الجفاف يرجع إلى قدرة أوراقه على امتصاص احتياجات النبات من الرطوبة والندى والضباب . وقد أمكن - تجريبياً - مد النباتات باحتياجاتها من الرطوبة لعدة أيام بالتضبيب الصناعى misting على السطح العلوى للأوراق . وقد تبين أن تلك القدرة ترجع إلى وجود نسبة عالية من الثغور على السطح العلوى للأوراق . ويعد هذا النوع - كذلك - مصدراً جيداً لمقاومة بعض الآفات ؛ مثل مَنّ البطاطس ، والعنكبوت الأحمر . النباتات غير متوافقة ذاتياً ، ولكن أمكن التعرف على سلالة واحدة على الأقل متوافقة ذاتياً . التلقيح الخلطى هو السائد ، وتكون الثمار خضراء اللون عند النضج (Taylor ١٩٨٦) .



شكل (١ – ٧) : النمو الخضرى والزهرى للنوع L. pennellii .

النوعان L. chmielewskii Rick,Kes. Fob. & Holle **و** L.parviflorum Rick,Kes. Fob.&Holle

كانت سلالات هذين النوعين تعد – سابقاً – تابعة لنوع مركب أطلق عليه اسم L. minutum . وظل استخدام هذا الاسم سارياً إلى أن قام C.M Rick وآخرون فى عام ١٩٧٦ بتوزيع السلالات التى كانت ضمنه على النوعين L. chmielewskii ، و L. parviflorum ؛ اللذين اعتبرا نوعين شقيقين أقرب إلى مجموعة esculentum المركبة منها إلى مجموعة peruvianum (Warnock ١٩٨٨) .

وقد ذكر عن النوع L. minutum - قبل استبداله بالنوعين المذكورين آنفا - أن ثماره ذات لون أبيض مخضر ، طرية عند النضج ، وترتفع بها نسبة السكر ؛ إذ يصل محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية إلى ١٠ - ١١ ٪ .

وقد أمكن - بتلقيح هذا النوع (سلالة من L. chmielewskii) مع الطماطم من صنف VF 145 - B - 7879 - الحصول على سلالات كانت ثمارها ذات حجم ولون مناسبين ، وبها نسبة مرتفعة من السكر وصلت إلى حوالى ٥ر٧ ٪ (عن Rick ١٩٧٢) .

تنمو نباتات النوع L. chmielewskii - برياً - فى أودية جبال الأنديز فى بيرو . والثمار صغيرة لا يزيد قطرها على سنتيمتر واحد ، وهى ذات لون أبيض مخضر عند النضج ، ولا يتكون بها أية صبغات كاروتينية ، وتعد مصدراً جيداً للمحتوى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة . وتتميز النباتات بأنها متوافقة ذاتياً ، إلا أنه تحدث بها نسبة من التلقيح الخلطى الطبيعى ، وأزهارها كبيرة ، ويبرز فيها الميسم بوضوح من الأنبوبة السدائية ؛ ولذا .. فهى ليست على درجة عالية من التجانس الوراثى .

تشترك بناتات النوع L. parviflorum مع النوع السابق فى أماكن تواجدها ، إلا أنه أكثر انتشاراً ؛ كما يتشابه النوعان فى الصفات العامة التى سبق بيانها ، إلا أن نباتات النوع L. parviflorum تعد مصدراً أفضل للمواد الصلبة الذائبة ، وأزهاره صغيرة وليست جذابة للحشرات ، وتتلقح نباتاته ذاتياً بدرجة عالية ؛ ولذا .. فهى على درجة عالية من التجانس الوراثى . ويبدو أن هذا النوع قد تطور من النوع L. chmielewski ، ثم انعزل عنه بسبب خاصية التلقيح الذاتى التى يتميز بها .

يتلقح النوعان معاً ، كما يتلقحان بسهولة مع الطماطم . وقد تبين أن بعض سلالات L. parviflorum تحمل أليلاً سائداً هو Df ، يؤدى إلى سقوط أوراق النبات (defoliator gene) ، وهو ذو تأثير مميت متنحٍ - ولكن تأثيره لا يظهر إلا بعد التهجين مع الطماطم .

ينتج النوع L. parviflorum عدداً قليلاً من الأوراق قبل أول عنقود زهرى ، ثم ينتج بعد ذلك ورقتين بين كل عنقودين زهريين ، وتلك صفة هامة ، يمكن الاستفادة منها فى أصناف الطماطم التى تربى رأسياً

النوع L. peruvianum (L) Miller

تتميز نباتات هذا النوع بنموها الخضرى القوى (شكل ١ - ٨) ، وثمارها الخضراء الضاربة إلى البياض التى تصبح طرية ومعرجة بخط واحد أرجوانى اللون عند النضج . تزهر النباتات بغزارة ، إلا أن بعض السلالات لا تزهر بسهولة ، ويمكن - بالرغم من ذلك - تهيئتها للإزهار بتعريض النباتات لدرجة حرارة ١٠/١٥°م (ليلاً / نهاراً) لعدة أسابيع . وتنتشر فى هذا النوع ظاهرة عدم التوافق الذاتى ، مع التلقيح الخلطى وبروز الميسم قليلاً من الأنبوبة السدائية ؛ لذا .. فإنه يعد من أقل الأنواع تجانساً من الناحية الوراثية . يمكن تهجين نباتات هذا النوع مع الطماطم إذا استخدمت الأخيرة كأم فى التلقيحات مع زراعة الأجنة المتكونة - وهى فى مرحلة مبكرة من تكوينها - فى بيئات صناعية .



شكل (١ - ٨) : النمو الخضرى والزهرى للنوع L. peruvianum .

يعتبر النوع L. petruvianum مصدراً لمقاومة عديد من الأمراض ، كما يعد أفضل مصادر المحتوى الثمرى المرتفع من فيتامين جـ . وقد نقل منه إلى أصناف الطماطم التجارية الجينات المسئولة عن مقاومة عدة أمراض ؛ منها : نيماتودا تعقد الجنور (الجين Mi) ، وعفن التاج والجذر الفيوزارى (الذى يسببه الفطر pyrenocheata lycopersici) ، وفيرس تبرقش أوراق الدخان ، وفيرس التفاف القمة (عن Boukema & Den Nijs ١٩٨٤).

يتميز الصنف النباتى L. peruvianum var. humifusum – عن الصنف النباتى المثل للنوع L. peruvianum var. peruvianum – بأن شعيراته الغدية قصيرة وكثيفة ، وسيقانه رفيعة ، وأوراقه صغيرة ، يقل فيها عدد الوريقات الأولية ، وتخلو تماما من الوريقات الثانوية . وقد اكتشفت سلالة واحدة متوافقة ذاتياً من الصنف النباتى himifusum ، وهى LA2157 ؛ أما جميع السلالات الأخرى من L. peruvianum .. فهى غير متوافقة ذاتياً .

النوع L. chilense Dun.

تنمو نباتات هذا النوع (شكل ١ – ٩) برياً فى وسط بيرو وشمال شيلى فى مناطق صحراوية شديدة الجفاف . وترجع قدرته العالية على تحمل الجفاف إلى قوة نمو جذوره وتعمقها فى التربة . تتميز الأزهار ببروز الميسم من الأنبوبة السدائية ، وهى خلطية التلقيح . وتنتشر فى النباتات ظاهرة عدم التوافق الذاتى ، إلا أنها تعد أكثر تجانساً من نباتات النوع L. peruvianum . تكون الثمار خضراء اللون ، وبها خطوط أرجوانية عند النضج . يتهجن هذا النوع مع الطماطم بسهولة أكبر مما يحدث بين الطماطم والنوع L. peruvianum ، ولكن تلزم زراعة الأجنة الهجين فى بيئات صناعية ، كما هى عليه الحال مع هجن النوع L. peruvinum .

يمكن إجراء التهجين بين النوعين L. chilense ، و L. peruvianum ، إلا أنه لا يتكون فى الثمار العاقدة سوى عدد قليل من البنور لا يزيد على ٤ ٪ من العدد المتوقع . ولكن توجد ٣ سلالات من L. peruvianum – هى LA 107 ، و LA 1373 ، و LA 1677 – تتلقح بسهولة تامة مع النوع L. chilense ، ويمكن استخدامها كقنطرة للتهجين مع السلالات الأخرى من L. peruvianum .



شكل (١-٩) : النمو الخضرى للنوع L. chilense .

وقد استخدم هذا النوع كمصدر لأفضل جينات المقاومة لفيرس بترقش الدخان ، وهو الجين $Tm2^2$ ، الذى يعتمد عليه فى مقاومة الفيرس فى معظم أصناف الطماطم الأوروبية التى تستخدم فى الزراعات المحمية . ونظراً للسهولة النسبية التى يتهجن بها هذا النوع مع الطماطم .. فإن بعض العلماء يميلون إلى الاعتقاد بأنه قد يمكن الاستفادة منه كمصدر لجينات المقاومة للآفات أكثر من النوع L. peruvianum الذى يصعب تهجينه مع الطماطم.

أنواع الجنس Solanum القريبة من الجنس Lycopersicon

توجد أربعة أنواع من الجنس Solanum قريبة الشبه من الجنس Lycopersicon ،

ويمكن تقسيمها إلى مجموعتين كما يلى :

١ - النوعان S. lycopersicoides ، و S. rickii :

يقترب هذان النوعان - كثيراً - من الجنس Lycopersicom ، ويتشابهان كثيراً ؛ وهما ينتشران فى مناطق شديدة الجفاف قريبة من منطقة انتشار النوع L. chilense . وكلا النوعين متوافق ذاتياً . وتكون الثمار الناضجة سوداء اللون فى النوع S. lycopersicoides ، وصفراء باهتة فى النوع S. rickii .

هذا .. ولا تعرف سوى سلالة واحدة من النوع S. rickii ، وهى لا تتلقح إلا مع النوع S. lycopersicoides . أما النوع الأخير (S. lycopersicoides) .. فإنه يتلقح - بسهولة نسبية - مع L. esculentum ، و L. pimpinellifolium ، و L. cheesmanii ، و L. pennellii إذا استعملت الأنواع الأخيرة كأمهات فى التهجينات . وبرغم سهولة التهجين مع الطماطم .. إلا أن الهجين الجنسى الناتج يكون عقيماً بدرجة عالية ؛ بسبب اختلاف كروموسومات الجنسين .

يعتبر S. lycopersicoides مصدراً جيداً لصفة القدرة على النمو والعقد فى درجة حرارة مقدارها ١٠°م . كما أن بعض سلالاته تتحمل البرد الشديد بدرجة أكثر مما فى L. hirsutum ، و L. chilense ؛ ويتحمل بعضها الصقيع . ولكن تبقى مشكلة عقم الجيل الأول الهجين - لهذا النوع مع الطماطم - حائلاً أمام الاستفادة من هذه الصفات فى إلى الطماطم . هذا .. ويعد النوع S. rickii مقاوماً لقلوية التربة .. إلا أن نقل صفة كهذه للطماطم يتطلب اللجوء إلى تقنيات الهندسة الوراثية .

٢ - النوعان S. juglandifolium **،** S. ochranthum **و**

يتشابه هذان النوعان معاً ، ويختلفان عن النوعين السابقين ؛ وهما يتميزان ببعض الصفات الهامة ؛ مثل : المقاومة لبعض الحشرات ، والقدرة على النمو فى الأراضى الغدقة (Taylor ١٩٨٦) .

طبيعة التلقيح السائدة فى الجنس Lycopersicon والانواع القريبة منه

يلخص Rick (١٩٨٨) طبيعة التلقيح السائدة فى مختلف أنواع الجنس ليكوبرسكن والأنواع الأخرى القريبة منها كما يلى :

١ - أنواع ذاتية التلقيح ، وتشمل كلا من : L. cheesmanii ، و L. asculentum ، و L. parviflorum .

٢ - أنواع اختيارية تتفاوت فيها نسبة التلقيح الذاتى والخلطى ، وتقسم إلى :

أ - أنواع متوافقة ذاتياً وتشمل : L. chmielewskii ، و L. pimpinellifolium : لاتزيد نسبة التلقيح الخلطى الطبيعى - فى معظم سلالات أى من النوعين - على ٥ر١ ٪ .

ب - أنواع توجد منها سلالات متوافقة ذاتياً ، وأخرى غير متوافقة ذاتياً ، وتشمل : L. hirsutum ، و L. pennellii ، و L. peruvianum . ويحدث التلقيح الخلطى بين سلالات كل نوع ، ولكنه لا يحدث بين الأنواع المختلفة . ويقوم النحل بعملية التلقيح الطبيعى فى الموطن الأصلى لهذه الأنواع .

٣ - أنواع خلطية التلقيح ، وجميع سلالاتها عديمة التوافق ذاتياً ، وتشمل : L. chilense ، و S. juglandifolium ، و S. lycopersicoides ، و S. rickii .

ظاهرة عدم التوافق فى الجنس Lycopersicon والانواع القريبة منه

سبقت الإشارة إلى الأنواع التى تنتشر فيها ظاهرة عدم التوافق ، وهى :

١ - أنواع توجد الظاهرة فى جميع سلالاتها المعروفة ، وهى : L. chilense ، و S. juglandifolium ، و S. lycopersicoides .

٢ - أنواع توجد الظاهرة فى كثير من سلالاتها ، إلا أن بعض سلالاتها متوافقة ذاتيا ، وهى L.hirsutum ، و L.pennellii ، و L.peruvianum (Rick ١٩٨٨) .

إن ظاهرة عدم التوافق فى هذه الأنواع هى من النظام الجاميطى gametophytic system ، وهى صفة بسيطة سائدة ، تظهر فى الجيل الأول للتلقيحات بين هذه الأنواع

والطماطم ، وتعرقل برنامج التربية فى مراحله الأولى (Rick ١٩٧٢) .

وقد وجد Hogenboon (١٩٦٢) حالة عدم توافق فى النوع L. peruvianum كانت حساسة لدرجة الحرارة ؛ حيث كانت النباتات متوافقة ذاتياً فى درجة حرارة ٤٠° م ، بينما كانت غير متوافقة ذاتياً فى درجات الحرارة الأقل من ذلك . وتبين أن حساسية الظاهرة لدرجة الحرارة كانت صفة بسيطة ومتنحية .

جمع جيرمبلازم الأنواع البرية

يراعى عند جمع بذور الأنواع البرية للجنس Lycopersicon والأنواع القريبة منه من موطنها الأصلى أن كمية البذور التى يلزم جمعها لتمثيل السلالة الواحدة تتوقف على طريقة التلقيح السائدة . فبينما يكفى جمع عدد محدود من نباتات كل سلالة من الأنواع الذاتية التلقيح لتمثيلها جيدا .. فإنه يلزم خلط كميات متساوية من بذور عدد كبير من نباتات الأنواع الخلطية التلقيح لتمثيل كل سلالة منها ؛ لأنها لا تكون متجانسة وراثياً .

ونجد - تحت الظروف الطبيعية - أن البذور الناتجة من التلقيح الخلطى الطبيعى لأية سلالة تكون صادقة التربية إن لم يوجد قريباً منها - ولمسافة ٢٠٠م - نباتات لأية سلالة أخرى من نفس النوع . تحصد الثمار بعد اكتمال نضجها ، ويعرف ذلك باكتسابها لوناً أحمر فى النوعين L. esculentum var. cerasiforme ، و L. pimpinellifolium ، ولوناً أصفر أو برتقالياً فى النوع L. cheesmanii . أما بقية الأنواع البرية .. فإنها تظل خضراء اللون ، ولكنها تصبح معرجة بخطوط أرجوانية اللون ، وتفقد صلابتها عند النضج . ويمكن - عند الضرورة - جمع الثمار قبل تمام نضجها ، ثم تركها لتنضج أثناء رحلة العودة . كما يمكن رش هذه الثمار بالإيثيفون بتركيز ٢٥٠ - ٥٠٠ جزء فى المليون ؛ لإسراع نضجها . ويجب - فى جميع الحالات - عدم قطف الثمار قبل اكتمال نضجها الطبيعى بأكثر من ١٠ - ١٤ يوماً .

وأفضل وسيلة لاستخلاص البذور - خلال رحلة جمع الجيرمبلازم - هى نشر محتويات الثمرة على ورق ترشيح ، ثم تركها لتجف ؛ حيث تبقى البذور عالقة بالورقة . ويمكن كتابة البيانات اللازمة على ورقة الترشيح مباشرة (Rick ١٩٧٤ ب) .

إنبات البذور فى الجنس Lycopersicon والانواع القريبة منه

توجد أربعة أنواع من الجنس Lycopersicon ، ونوعان من الجنس Solanum تحتاج بذورها إلى معاملات خاصة لكى تنبت ، وهى : L. cheesmanii ، و L. chilense ، وL. hirsutum ، و L. peruvianum ، و S. lycopersicoides ، و S. juglandifolium

إلا أن هذه الأنواع ليست متجانسة فى هذه الخاصية . فبينما تحتاج بذور جميع سلالات النوع L. cheesmanii إلى هذه المعاملات لكى تنبت .. نجد أن بذور بعض السلالات من الأنواع الأخرى تنبت دونما حاجة إلى هذه المعاملات . كما أن نسبة بسيطة من بذور السلالات - التى تحتاج إلى هذه المعاملات - قد تنبت كذلك دونما حاجة إلى تعريضها لهذه المعاملات .

ومن المحاولات الأولى التى بذلها العلماء تلك التى أجريت لاستنبات بذور النوع L. cheesmanii . فقد وجد أن معاملة البذور - بالحرارة المنخفضة ، أو المرتفعة ، أو بحامض الكبريتيك ، أو الجبرلليك - لم تكن مؤثرة فى الإنبات . ثم تبين أن العامل المسبب لسكون البذور يكمن فى الغلاف البذرى ، وأن إزالة هذا الغلاف كان ضرورياً للإنبات . وقد أمكن إزالة الغلاف البذرى بمشرط حاد ، إلا أن تطبيق ذلك لم يكن عملياً ؛ لدقة العملية ، واحتياجها إلى وقت كثير . كذلك وجد أن مرور البذور خلال الجهاز الهضمى لسلاحف جزيرة جلاباجوس - التى ينتشر فيها هذا النوع - كان أكثر فاعلية فى التخلص من حالة السكون ، إلا أن هذه العملية كانت شاقة ، ومقززة . وباستمرار المحاولات .. وجد أن أفضل المعاملات كانت بنقع البذور فى محلول هيبوكلوريت الصوديوم Sodium hypochlorite (Na OCl) بتركيز ٢٫٧ ٪ (وهو نصف تركيز التحضير التجارى " كلوراكس " المستخدم للأغراض المنزلية) لمدة ٣٠ دقيقة ، ثم شطف البذور جيداً فى الماء وزراعتها مباشرة ، أو تجفيفها وزراعتها بعد ذلك بأيام قليلة عند الرغبة فى ذلك . وقد يتطلب الأمر - أحياناً - معاملة بذور النوع L. cheesmanii بهذه الطريقة - أسبوعياً - إلى أن يتم الإنبات ؛ وقد يستغرق ذلك مدة شهرين . ونظراً لاستحالة إجراء المعاملة بعد زراعة البذور فى التربة .. فإنه يلزم - بعد كل معاملة أسبوعية بهيبوكلوريت الصوديوم - حفظ البذور على ورق ترشيح مبلل فى أطباق بترى على درجة حرارة ٢٥°م نهاراً ، و ١٨°م ليلاً ، إلى أن يبدأ الجذير فى

الظهور؛ حيث تنقل البذور – بعد ذلك مباشرة – إلى التربة (Rick & Borgnino ١٩٨٠) .

وقد وجد Rush & Epistein (١٩٧٦) أنه يمكن الحصول على إنبات جيد لبذور النوع L. cheesmanii؛ بنقعها لمدة ٧٠ دقيقة فى محلول هيبو كلوريت الصوديوم بتركيز ٣ر١٪؛ لإذابة الغلاف الخارجي للبذور ، ثم غسل البذور فى الماء لمدة ٣٠ دقيقة ، ثم فى محلول ٥ مللى مول من كبريتات الكالسيوم لمدة ٣٠ دقيقة أخرى ؛ لإزالة بقايا هيبوكلوريت الصوديوم ، ثم زراعتها بعد ذلك .

إكثار بذور الانواع البرية

لا تتطلب سلالات الأنواع الذاتية التلقيح مسافة عزل خاصة عند إنتاج بذورها حيث تكفي مسافة ٣ – ٥م ، وهى التى تلزم لمنع الخلط الميكانيكى بينها . أما الأنواع الخلطية التلقيح .. فإن سلالاتها تكثر بزراعة عدد كاف من نباتات كل سلالة منها ، معزولة عن نباتات السلالات الأخرى من نفس النوع ، حتى تتلقح طبيعياً بواسطة الحشرات ، مع ضمان عدم حدوث تلقيح خلطى بين السلالات ، وتلزم لذلك مسافة ٢٠٠ م – أو أكثر – بين السلالات ، حسب درجة النشاط الحشرى . ويجب أن تكون كل سلالة ممثلة بعدد كاف من النباتات للمحافظة على الاختلافات الوراثية التى توجد فيها . ويمكن زراعة الأنواع البرية المختلفة متجاورة ؛ لأنها لا تتلقح فيما بينها (Rick ١٩٧٧) .

وتُحدد طريقة التلقيح السائد عدد النباتات التى تجب زراعتها لإكثار السلالات . فلا تجوز – مثلاً – زراعة مساحة كبيرة من سلالات الأنواع الذاتية التلقيح ؛ حيث تكفى نباتات قليلة لتمثيل السلالة ؛ بينما يؤدى خفض أعداد النباتات – التى تزرع لإكثار السلالات الخلطية التلقيح – إلى فقد جزء كبير من التباين الوراثى الذى يتوفر فى هذه السلالات . والأفضل هو تحديد أعداد النباتات على أساس نسبة التلقيح الخلطى السائدة ؛ حيث تزيد بزيادتها .

ويتراوح المدى المناسب لعدد النباتات اللازم لإكثار السلالة الواحدة من خمسة فى حالة التلقيح الذاتى التام إلى ٥٠ نباتاً – كحد أدنى – فى حالة السلالات العديمة التوافق ذاتيا ، مع زيادة العدد على هذا الحد إذا توفرت إمكانات ذلك . وتلقح هذه السلالات – يدوياً – بجمع أكبر كمية ممكنة من حبوب اللقاح من جميع النباتات بواسطة آلة يدوية صغيرة تعمل

بالبطارية . تجرى هذه الخطوة عندما تكون النباتات فى أوج إزهارها . يلى ذلك خلط حبوب لقاح نباتات كل سلالة بشكل جيد ، ثم استعمالها فى تلقيح جميع نباتات نفس السلالة . ويفضل – دائماً – إنتاج كميات كبيرة من بذور هذه السلالات الخلطية التلقيح ؛ لتمثيل أكبر قدر من الاختلافات الوراثية المتوفرة بها .

تقييم جيرمبلازم الطماطم والأنواع القريبة للصفات الاقتصادية الهامة

اقترح Esquinas - Alcazar (١٩٨١) قائمة طويلة ، تشمل كافة الصفات المورفولوجية والفسيولوجية التى تجب العناية بدراستها وتقييمها فى جيرمبلازم الطماطم والأنواع البرية القريبة منه ، وهى التى يوصى بمراجعتها عند إجراء دراسات على هذا الموضوع . ونعرض فى هذا المقام لبعض الأمور التى تجب العناية بها ؛ للاستدلال على أهمية الأنواع البرية كمصادر للصفات الاقتصادية الهامة ، وهى كما يلى :

١ – فحص السلالة بعناية ؛ للتعرف على الصفات المورفولوجية التى لا تتوفر فى الطماطم ، والتى قد يكون لها أهمية اقتصادية .

٢ – تقييم السلالات من واقع دراسة نموها فى البيئة التى وجدت فيها ، وهو ما يعرف باسم autoecolgy ، ومن أمثلة ذلك ما يلى :

أ – اكتشفت المقاومة للملوحة فى بعض سلالات النوع L . cheesmanii ، وكانت هذه السلالات قد وجدت نامية على بعد أمتار قليلة من ماء المحيط فى جزر جالاباجوس ؛ حيث كانت معرضة لرذاذ الأمواج بصفة دائمة .

ب – اكتشفت المقاومة للجفاف فى سلالات النوع L . pennellii التى وجدت نامية فى مناطق شديدة الجفاف .

جـ – اكتشف المحتوى المرتفع للمواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثمار النوع L . chmielewskii ، فقد تبين – لدى ملاحظة نباتات هذا النوع فى بيئتها الطبيعية – أن نموها الخضرى والزهرى والثمرى كان جيداً ، إلاّ أنها لم تكن تحمل ثماراً ناضجة ، وقد أدى ذلك إلى الاعتقاد بأن نسبة السكر فى هذه الثمار مرتفعة ؛ مما يجعلها محببة لدى الطيور التى تلتقطها – أولاً بأول – وهو ما تأكد بالملاحظة ، وبعد قياس نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بالرفراكتومتر .

٣ – تقييم السلالات البرية كمصدر للصفات الوراثية الهامة التى تظهر فى الانعزالات الناتجة بعد تلقيح هذه السلالات مع الطماطم ، وليس قبل ذلك . ومن أمثلة ذلك مايلى :

أ – حدوث تفاعل جينى Genic interaction ، يؤدى إلى ظهور صفات معينة ، كما حدث بالنسبة للجينين : (B) الذى يتحكم فى المحتوى المرتفع للبيتاكاروتين ، و(Ip) المسئول عن زيادة درجة تلون الثمار؛ علما بأن كليهما حُصل عليه من النوع L . hirsutum ذى الثمار الخضراء التى لا تتلون عند النضج .

ب – حدوث تفاعل بلازمى plasmic interaction ، يظهر عندما تصبح كروموسومات الطماطم فى سيتوبلازم النوع البرى ، وهو ما يحدث عند استخدام النوع البرى كأم فى التلقيحات .

جـ – ظهور اختلافات وراثية متأخرة latent variations فى الأجيال التالية للهجن النوعية مع الطماطم ، بسبب ظاهرة عدم التوافق الذاتى التى تنتشر فى بعض الأنواع ، وتمنع حدوث التلقيح الذاتى فيها ؛ مما يمنع ظهور الطفرات المتنحية بها ؛ لعدم وجودها بحالة أصيلة . إلاّ أن ظاهرة عدم التوافق تختفى بعد أجيال قليلة من التهجين النوعى ؛ مما يسمح بظهور هذه الطفرات . ومن أمثلة ذلك : صفات العقم الذكرى التى ظهرت فى نسل الهجن النوعية بين الطماطم ، وكل من النوعين L . chilense ، و L . peruvianum .

د – قد تزداد نسبة الطفرات بعد إجراء الهجين النوعى ، وهى ظاهرة قد يمكن الاستفادة منها (Rick ١٩٨٠) .

٤ – قد تحدث تفاعلات غير مرغوبة عند نقل الجين المرغوب من النوع البرى إلى الطماطم . ومن أبرز الأمثلة على ذلك التغيرات غير الطبيعية التى ظهرت فى كأس زهرة الطماطم بعد ما نقل إليها الجين J - 2 (المسئول عن صفة عنق الثمرة الخالى من العقدة) من L. cheesmanii (Rick ١٩٨٢) .

هذا .. ولطبيعة التلقيح السائدة أهمية كبيرة عند تقييم السلالات للصفات الاقتصادية التى يهتم بها المربى ؛ حيث يكون من الضرورى زراعة عدد كبير من نباتات السلالات الخلطية التلقيح ؛ لمحاولة العثور على التركيب الوراثى المرغوب من بين الاختلافات الوراثية المتوفرة بها .

أمثلة للصفات الاقتصادية الهامة التى وجدت فى الجنس Lycopersicon والأنواع القريبة منه

من الصفات الهامة التى اكتشفت فى الجنس Lycopersicon ما يلى :

١ - القدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية ؛ وكمثال على ذلك ما يلى :

أ - توجد صفة المقاومة للبرودة الشديدة والصقيع ، والقدرة على العقد فى درجات الحرارة المنخفضة فى بعض سلالات النوع L. hirsutum ، التى وجدت نامية على ارتفاعات كبيرة فى جبال بيرو ؛ وكذلك فى النوع S . lycopersicoides ، الذى تستطيع بعض سلالاته النمو والعقد فى درجات حرارة شديدة الانخفاض .

ب - توجد صفة المقاومة للجفاف فى بعض السلالات من الأنواع التالية :

(١) سلالتين من L . esculentum var. cerasiforme وجدتا ناميتن تحت ظروف الجفاف الشديد فى الصحراء الغربية لبيرو .

(٢) النوع L. chilense ذى المجموع الجذرى القوى ، والذى ينمو فى مناطق شديدة الجفاف ، بالرغم من ضعف نموه الجذرى . وترجع قدرته على تحمل ظروف الجفاف إلى قدرة أوراقه على تحمل النقص الشديد فى رطوبتها قبل أن تظهر عليها أعراض الذبول ، وإلى استطاعتها امتصاص الرطوبة الأرضية اللازمة لها من الضباب الذى يوجد فى الهواء الجوى . ولا تقتصر هذه الصفة على سلالة معينة من هذا النوع ، بل إنها توجد فى جميع سلالاته (Rick ١٩٧٢) .

وقد أمكن نقل هذه الصفة إلي الطماطم ، والمحافظة عليها خلال عدة تلقيحات رجعية .

جـ - توجد صفة القدرة على النمو فى الأراضى الغدقة وتحمل ظروف الغرق فى L . esculentum var. cerasiforne ، الذى ينمو برياً فى بعض المناطق الاستوائية التى يتراوح معدل التساقط السنوى للأمطار فيها من ٤ - ٥ أمتار . ومن أمثلته السلالة LA 1421 .. تلك التى وجدت مقاومة لظروف الغرق فى اختبارات أجريت لهذا الغرض ضمت مئات السلالات من لطماطم والأنواع البرية الأخرى (Rick ١٩٨٢) .

د - توجد صفة القدرة على تحمل الملوحة فى L . cheesmanii f. minor التى استطاعت نباتاته البقاء والنمو فى مزارع مائية زيدت فيها نسبة ماء البحر (بدلاً من الماء العذب) فى المحلول المغذى تدريجيا ، إلى أن وصلت إلى ١٠٠ ٪ ، بينما تداعت نباتات الطماطم عند مستوى ٥٠ ٪ لماء البحر فى المحلول المغذى .

ولقد أوضحت الدراسات أن مقاومة هذه النباتات للملوحة كانت بسبب قدرة خلاياها على البقاء ، بالرغم من ارتفاع محتواها من الصوديوم ؛ إذ لم تكن لهذه البناتات أية قدرة غير عادية على خفض امتصاصها لأيون الصوديوم (Rush & Epstein ١٩٧٩) ؛ حيث وصل تراكم الصوديوم فى أنصال وأعناق أوراقها إلى ٢٠ ٪ من الوزن الجاف ، بينما لا يحدث ذلك فى الطماطم ؛ لأن الصوديوم يصبح ساماً - ويموت النبات - إذا زاد تركيزه على ٥ ٪ من الوزن الجاف لأنسجة الأوراق . كما وجد أن الجيل الأول الهجين بين هذا النوع والطماطم ، وكذا السلالات المنعزلة فى الأجيال التالية .. يتراكم فيها الصوديوم بحرية كما فى النوع البرى ؛ مما دفع الباحثين إلى اقتراح تقييم قدرة النباتات على تحمل الملوحة ؛ من خلال تقدير مستوى الصوديوم المتراكم فى النموات الخضرية (عن Rick ١٩٨٢) .

هـ - توجد صفة القدرة على تحمل قلوية التربة فى النوع S . rickii .

٢ - مقاومة الآفات ؛ ومن أمثلة ذلك ما يلى :

أ - مقاومة الأمراض :

تتوفر بمختلف الأنواع البرية للجنس Lycopersicon جينات تتحكم فى المقاومة لثمانية وعشرين مسبباً مرضياً ؛ نقل منها - بالفعل - إلى أصناف الطماطم التجارية جينات المقاومة لستة عشر مسبباً مرضياً منها (جدول ١ - ٥) . كما اكتشفت فى هذه الأنواع كذلك صفات المقاومة لبعض العيوب الفسيولوجية ؛ مثل تعفن الطرف الزهرى ، والتلون الفضى. وجدير بالذكر أن المقاومة لبعض المسببات المرضية وجدت فى أكثر من نوع برى ، كما فى حالة المقاومة للتسوس البكتيرى ، وفيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم ، بينما وجدت المقاومة فى نوع واحد فقط كما فى حالة المقاومة للذبول الفيوزارى ونيماتودا تعقد الجذور . وغنى عن البيان أن هذه القائمة لجينات المقاومة للأمراض فى ازدياد مستمر ؛

بما يضيفه إليها الباحثون .

ب – المقاومة للحشرات والعناكب :

تتوفر بمختلف الأنواع البرية للجنس Lycopersicon جينات تتحكم فى المقاومة لما لايقل عن ست عشرة آفة حشرية وأكاروسية .. تصل المقاومة فى بعضها إلى مستوى المناعة، وهى مبينة فى جدول (١-٦) (عن Rick ١٩٨٢) . وهذه القائمة لجينات المقاومة للحشرات والعناكب – كسابقتها – فى ازدياد مستمر . وقد أضيف إليها – على سبيل المثال لا الحصر – مقاومة كل من الآفات التالية فى النوع L. pennellii (عن Lemke & Mutschler ١٩٨٤) :

– الأكاروس (carmine) Tetranychus cinnabarinus .

– الأكاروس (2 - spotted spider mites) T. urticae .

– ذبابة البيوت المحمية البيضاء (greenhouse whitefly) Trialeurodes vaporariorum .

– من البطاطس (potato aphid) Macrosiphum euphorbiae

يعتبر النوع L. hirsutum – وحده – مصدراً لمقاومة أربع عشرة حشرة ؛ كما يعد المصدر الوحيد المعروف لمقاومة تسع من هذه الحشرات . تختلف طبيعة مقاومة الحشرات فى هذا النوع ، ومن بين مسببات المقاومة التى اكتشفت فيها ما يلى :

(١) سمية مركب 2 - tridecanone (وهو من الـ sesquiterpenoids) ، الذى تفرزه الشعيرات الغدية ، لحشرة Manduca sexta (أو tobacco hornworm) .

(٢) احتواء النموات الخضرية للنوع البرى على اثنين آخرين من الـ sesquiterpenoids ، التى تجعل النبات مقاوماً للأكاروس Tetranychus urticae (أو two - spotted spider mite) .

جدول (١-٥) : مصادر المقاومة للأمراض فى الجنس Lycopersicon (عن Rick وآخرين ١٩٨٧).

المرض		المسبب	الأنواع التى تتوفر فيها مصادر المقاومة
الأمراض البكتيرية :	BACTERIA		
التسوس البكتيرى	*Bacterial canker	Corynebacterium michiganese	L. hirsutum, peruvianum, L. pimpinellifolium
الذبول البكتيرى	*Bacterial wilt	Pseudomonas solanacearum	L. pimpinellifolium
النقط البكتيرية	*Bacterial speck	Pseudomonas tomato	L. pimpinellifolium
البقع البكتيرية	Bacterial spot	Xanthomonas vesicatoria	L. esculentum var. cerasiforme
الأمراض الفطرية	FUNGI		
عفن الرقبة	Collar rot	Alternaria solani	L. hirsutum, peruvianum, pimpinellifolium
تلطخ الأوراق	*Leaf mold	Cladosporium fulvum	L. esculentum var. cerasiforme
الأنثراكنوز	*Fruit anthracnose	Colletotrichum coccodes	L. esculentum var. cerasiforme
البقع الورقية	Target leaf spot	Corynespora cassiicola	L. pimpinellifolium
تسوس دايدميلا	Didymella canker	Didymella lycopersici	L. hirsutum
الذبول الفيوزارى	*Fusarium wilt	Fusarium oxysporum	L. pimpinellifolium
لفحة فوما	Phoma blight	Phoma andina	L. hirsutum
اللفحة المتأخرة	*Late blight	Phytophthora infestans	L. pimpinellifolium (ancestry suspected)
عفن الثمار الفيتوفثورى	Phytoph. fruit rot	Phytophthora parasitica	L. pimpinellifolium
عفن الجذوز الفيتوفثورى	Phytoph. root rot	Phytophthora parasitica	L. esc. var. cerasiforme
الجذر الفلينى	*Corky root	Pyrenochaeta lycopersici	L. peruvianum
التبقع الورقى	*Leaf spot	Septoria lycopersici	L. esculentum var. cerasiforme, hirsutum, pimpinellifolium
تبقع الأوراق الرمادى	*Grey leaf spot	Stemphylium solani	L. pimpinellifolium
ذبول فيرتسيلليم	*Verticillium wilt	Verticillium albo-atrum	L. esculentum var. cerasiforme
ذبول داليا	Dahlia wilt	Verticillium dahliae	L. peruvianum
الأمراض النيماتودية	NEMATODES		
نيماتودا البطاطس المتحوصلة	Potato cyst nematode	Globodera pallida	L. hirsutum
نيماتودا بنجر السكر	Sugarbeet nematode	Heterodera schactii	L. pimpinellifolium
نيماتودا تعقد الجذور	*Root-knot nematode	Meloidogyne incognita	L. peruvianum
الأمراض الفيروسية	VIRUSES		
فيرس تبرقش الخيار	Cucumber mosaic virus	CMV	L. peruvianum, S. lycopersicoides
فيرس التفاف القمة	*Curly top virus	CTV	L. peruvianum
فيرس Y البطاطس	*Potato Y virus	PYV	L. esculentum var. cerasiformes
فيرس الذبول المتبقع	*Spotted wilt virus	SWV	L. pimpinellifolium
فيرس تبرقش الدخان	*Tobacco mosaic virus	TMV	L. peruvianum
فيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم	Tomato yellow leaf-curl virus	TYLCV	L. cheesmanii, hirsutum, peruvianum, pimpinellifolium

* نقلت الجينات عن المقاومة لهذه المسببات المرضية إلى أصناف تجارية من الطماطم .

جدول (١-٦) : مصادر المقاومة للحشرات والعناكب فى الجنس <u>Lycopersicon</u> .

	الآفـــة	الأنواع المقاومة
	Coleoptera	
خنفساء كولورادو	*Leptinotarsa decemlineata* (Colorado potato beetle)	*L. hirsutum* f. *glabratum*
	Epitrix hirtipennis (Tobacco flea beetle)	*L. hirsutum* f. *glabratum*
	Diptera	
نافقات الأوراق	*Liriomyza munda* (Leafminer)	*L. hirsutum* f. *glabratum*
	L. sativae (Vegetable leafminer)	*L. hirsutum* f. *glabratum*
	Homoptera	
	Aphis caccivore	*L. hirsutum* f. *glabratum*
من القطن	*A. gossypii*	*L. hirsutum* f. *glabratum*
من البطاطس	*Macrosiphon euphorbia* (Potato aphid)	*L. peruvianum*, *S. pennellii*
من الخوخ الأخضر	*Myzus persicae* (Peach aphid)	*L. hirsutum* f. *glabratum*
ذبابة البيوت المحمية البيضاء	*Trialeurodes vapororium* (Greenhouse whitefly)	*L. hirsutum*, *S. pennellii* *L. pimpinellifolium*, *chilense*
	Lepidoptera	
دودة ثمار الطماطم	*Heliothis zea* (Tomato fruitworm)	*L. hirsutum*, *L. h.* f. *glabratum*
	Keiferia lycopersicella (Tomato pinworm)	*L. cheesmanii* f. *minor*, *L. hirsutum*, *L. peruvianum* (*glandulosum*)
	Manduca sexta (Tobacco hornworm)	*L. hirsutum* f. *glabratum*
نافقات الأوراق	*Scrobipalpula absoluta* (Leafminer)	*L. hirsutum* f. *glabratum*
	Spodoptera exigua (Sugarbeet armyworm)	*L. pimpinellifolium*, *L. esculentum* var. *cerasiforme*
	Acarina	
أكاروس	*Tetranychus cinnibarinum* (Carmine spider mite)	*L. hirsutum* f. *glabratum* *L. pennellii*
أكاروس	*T. urticae* (Two-spotted spider mite)	*L. hirsutum* f. *glabratum*

(٣) تعد الشعيرات الكثيفة التى تغطى مختلف النموات الخضرية للنبات مسئولة عن مقاومته لحشرة ذبابة البيوت المحمية البيضاء Trialeurodes vaporariorun .

ويتميز النوع S. ochranthum – كذلك بمقاومة عديد من الآفات .

ولمزيد من التفاصيل عن جيرمبلازم الطماطم ، والأنواع الأخرى التابعة للجنس Lycopersicon ، والأنواع القريبة منها التى تتبع الجنس Solanum ، والصفات الهامة التى تتوفر فيها .. يراجع Rick (١٩٧٤ ، و١٩٧٨ ، و ١٩٧٩ أ ، و ١٩٨٠ ، و ١٩٨٢) ، و Rick وآخرون (١٩٨٧) ، و Esqinas - Alcazar– (١٩٨١) ، و Stevens & Rick (١٩٨٦)، و Taylor (١٩٨٦) ، و Mutschler وآخرون (١٩٨٧) ، و Warnock (١٩٨٨) ، وتقارير تعاونية وراثة الطماطم Tomato Genetics Cooperative رقما ٣٧ ، و ٣٨ لعامى ١٩٨٧ ، و ١٩٨٨ .

الهجن الجنسية بين الجنسين Lycopersicon ، و Solanum

بالرغم من أنه أمكن دمج بروتوبلازم الطماطم مع بروتوبلازم البطاطس ، وأنتجت نباتات هجين تحمل الهيئتين الكروموسوميتين الكاملتين لكل من البطاطس والطماطم .. إلاَّ أن هذه النباتات كانت عقيمة عقماً تاماً ، ولم تكن مبشرة ؛ حيث عانت من تغيرات مورفولوجية كثيرة غير طبيعية . ومع ذلك .. فإن ما يهمنا هنا هو الهجن الجنسية (بين الجنسين) التى تجرى بالطريقة الجنسية (بالتلقيح والإخصاب) ، وهى التى لا يعرف منها إلى الآن سوى الهجين بين النوع S. lycopersicoides كأب ، وبين أنواع مجموعة esculentum المركبة esculentum complex ، والتى منها L. esculentutn ، و L. pimpinellifolium ، و L. cheesnanii ، و L. pennellii .

وبالرغم من سهولة إجراء التهجين بين الطماطم L. esculentum كأم ، والنوع S. lycopersicoides كأب ، والحصول على بذور من هذا الهجين الجنسى .. إلا أن نباتات الجيل الأول تكون عقيمة عقماً تاماً . وقد أمكن مضاعفتها بالكلوشيسين ، وإنتاج نباتات مضاعفة هجينياً alloploids ، تحتوى على الهيئتين الكروموسوميتين الكاملتين للأبوين ، وإكثار هذه النباتات بالتلقيح فيما بينها .. إلاَّ أن ذلك لم يفد فى تحسين الطماطم ؛ إذ

فشلت التلقيحات الرجعية إلى الطماطم . وقد أمكن مؤخراً إنتاج نباتين ثلاثيين متضاعفين هجينياً allotriploids ، يحتوى كل منهما على الهيئة الكروموسومية الكاملة للطماطم مع العدد الأحادى لكروموسومات النوع S. lycopersicoides . استخدم فى إنتاج هذا الهجين الثلاثى السلالة LA 1964 من النوع البرى .. وهى التى وجدت نامية فى بيرو على ارتفاع ٣٢٥٠ متراً ، والتى تتحمل الصقيع بدرجة عالية . وتهدف هذه المحاولات إلى نقل صفة القدرة على تحمل الصقيع من S. lycopersicoides إلى الطماطم . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Rick وآخرون (١٩٨٧) .

الهجن النوعية في الجنس Lycopersicon

التهجين بين مختلف انواع الجنس

يلخص جدول (١ – ٧) مدى إمكانية نجاح الهجن النوعية بين مختلف أنواع الجنس Lycopersicon (عن Hogenboom ١٩٧٢ ، و Taylor ١٩٨٦) . يتضح من الجدول أن معظم أنواع مجموعة ascuentum المركبة (وهى L. esculentum ، و L. pimpinellifolium ، و L. cheesmainii و L. parviflorum و L. chmielewskii ، و L. pennellii) تتلقح مع بعضها البعض ، ومع الأنواع الأخرى بدرجات مُتفاوته من التعقيد .

جدول (١ – ٧) : مدى إمكانية نجاح الهجن النوعية بين مختلف أنواع الجنس Lycopersicon (أ).

الآباء / الأمهات	L. esc.	L. pimp.	L.chmi& L. parv.	L.chees.	L. penn.	L. hirs.	L. chi.	L. peruv.
L. esc.	C	C	C	C	C	C	EA	EA
L. pimp.	C	C	C	C	C	C	EA	EA
L. chmi&L. parv.	C,UI,EA	C,UI	C	C	C	EA	EA	EA
L. chees.	C	C	C	C	?	?	EA	EA
L. penn.	UI	UI	UI	?	SI	EA	EA	EA
L. hirs.	C,UI	C,UI	C,UI	?	EA	C,SI,UI	?	EA
L. chi.	UI	UI	UI	UI	EA	?	SI	EA
L. peruv.	UI	UI	UI	UI	EA	UI	EA	SI

(أ) C : التلقيح متوافق ولاتوجد موانع .

SI : يوجد عدم توافق ذاتى Self Incompatibility .

UI : يوجد عدم توافق عند إجراء التلقيح فى هذا الاتجاه Unilateral Incompatibility .

EA : يفشل الجنين فى إكمال نموه Embryo Abortion .

? : لاتعرف إمكانات نجاح هذا التهجين .

معوقات نجاح الهجن النوعية في الجنس Lycopersicon

تتساوى جميع أنواع الجنس Lycopersicon فى عدد الكروموسومات ، كما تتشابه كروموسوماتها المثيلة إلى حد كبير ؛ لذا فإن موانع نجاح الهجن النوعية لا يمكن إرجاعها إلى أسباب كروموسومية ، وإنما لا بد أنها ترجع إلى الاختلافات الجينيه الكبيرة ، التي نشأت بين الأنواع المختلفة خلال مراحل تطورها . وتقسم معوقات نجاح الهجن النوعية إلى قسمين ، هما : المعوقات السابقة للإخصاب presyngamic ، والمعوقات التالية للإخصاب postsyngamic .

١ - المعوقات السابقة للإخصاب .. من أهمها مايلى :

أ - عدم قدرة الأنبوبة اللقاحية على النمو في قلم زهرة من نوع آخر ؛ مما يمنع الإخصاب ، وعقد الثمار . تعتبر تلك أكثر أنواع المعوقات شيوعا ، وهى تتشابه - إلى حد كبير مع حالات عدم التوافق التى توجد فى الأنواع L. pennellii ، و L. chilense ، و L. peruvianum ، إلا أنهما تختلفان في عدة نواح ، لذا وجب تمييز كل منهما عن الأخرى . وقد اقترح Hogenboon (١٩٧٢) اسم inconguity لهذا النوع من العوائق .

ب - حالات عدم التوافق التى تؤدى إلى عدم إنبات حبوب اللقاح ، كما يحدث عند تلقيح ى من النوعين L. chilense ، و L. peruvianum بحبوب اللقاح من أى من الأنواع L. esculentu ، أو L. pimpinellifolium ، أو L. cheesmanii ، أو - L. chmie lewskii ، أو L. parviflorum إلا أن اكتشاف سلالات متوافقة ذاتيا من L. peruvia-

num جعل من الممكن استخدامها كأمهات فى التهجينات السابقة الذكر .

٢ - المعوقات التالية للإخصاب .. من أهمها مايلى :

أ - فشل الجنين فى إكمال نموه embryonic breakdown بعد إجراء التهجين . يحدث ذلك عند تلقيح أى من الأنواع L. esculentum ، و L. pimpinellifolium ، و L. cheesmanii ، و L. chmielewskii ، و L. parviflorum بحبوب لقاح من أى من النوعين L. chilense ، و L. peruvianum . ففى هذه التهجينات .. يتوقف نمو الجنين فى المراحل المبكرة جدا من نموه عندما يكون الأب L. peruvianum ، وفى مراحل متأخرة إلى حد ما عندما يكون الأب L. chilense . ويتم التغلب على هذه المشكلة بفصل الأجنة وزراعتها فى بيئات خاصة ، إلى أن تنمو البادرات الهجين ، حيث تشتل بعد ذلك فى التربة. وتعد هذه المشكلة أكثر تعقيدا فى الهجن النوعية مع L. peruvianum التى تتوقف فيها الأجنة عن النمو فى مرحلة مبكرة من تكوينها ، مقارنة بأجنة الهجن النوعية مع L. chilense ، التى لا تبدأ في الاندثار إلا بعد بلوغها حجما مناسبا ، بحيث يمكن فصلها وزراعتها بسهولة نسبيا .

ب - عدم حدوث انعزال وراثى حر ، بحيث يصعب استرجاع صفات النوع المرغوب . فمثلا يكون الهجين النوعى L. esculentum x L. pennellii خصبا بدرجة تسمح بإنتاج نسل منه ، ويكون من السهل إجراء التهجين الرجعى للجيل الأول إلى الطماطم ، إلا أنه لا يحدث انعزال حر للجينات في المواقع القريبة من السنترومير ، مما يعيق استرجاع صفات الأب الرجعى ، ويبطىء من التقدم فى برنامج التربية .

وبالإضافة إلى ماتقدم ذكره من عوائق أمام نجاح الهجن النوعية .. فإنه قد توجد - أحيانا - عوائق امام نجاح الهجن بين الأصناف النباتية لنفس النوع . فالصف النباتى L. peruvianum var. humifusum لا يلقح مع معظم سلالات الصنف النباتى الممثل للنوع .. L. peruvianum var peruvianum . فعند إجراء التلقيحات بينهما .. تعقد الثمار بصورة طبيعية ، إلا أن الأجنة تتوقف عن النمو بعد فترة من بداية تكوينها ، وبذا .. لا تتكون أية بذور مكتملة النمو . ويحدث ذلك أيا كان اتجاه التهجين (Rick ١٩٧٩ب) .

كذلك توجد عوائق أخرى نشأت من العزل الجغرافى لنوع ما عن بقية الأنواع ، ويعد النوع L. cheesmanii أفضل مثال علي ذلك . ينتشر هذا النوع - منفردا - في جزر جالاباجوس ، كما لايوجد ناميا بريا فى أى مكان آخر . ويمكن التهجين بسهولة بينه وبين الأنواع القريبة من مجموعة esculentum المركبة مثل L. esculentum ، و L. pimpinellifolium ، ويكون الجيل الأول الهجين والأجيال التالية تامة الخصوبة ، فلا تفشل الجاميطات فى التكوين بنسبة أكبر مما يحدث فى الآباء ؛ إلا أن كثيرا من النباتات المنعزلة تكون غير مثمرة ، وضعيفة النمو ، مما يدل على وجود حالة من عدم التناسق بين جينات نوعي الآباء ، ترتبت على تطور كل منهما منفصلا ومعزولا - كليا - عن النوع الآخر .

الهجين النوعى بين L. peruvianum و L. esculentum

تؤدى حالة عدم التوافق - التى توجد فى النوع L. peruvianum - إلى استحالة استخدامه كأم فى التلقيحات مع الطماطم ، حيث يتوقف نمو الأنابيب اللقاحية قبل حدوث الإخصاب ، كما لايحدث تخصيب للبيضات حتى لو وصلت أية أنبوبة لقاحية فى نموها إلى موضع البيضات فى المبيض ، وبذلك لا تعقد الثمار ، ويطلق على استحالة إجراء التهجين بين النوع L. peruvianum والطماطم - عند استخدام النوع البرى كأم - اسم unilateral incompatibility أما عند استخدام النوع البرى كأب فى تلقيحات مع الطماطم .. فإنه يحدث اخصاب ، وتعقد الثمار، وتستمر فى نموها ، إلا أنها تكون خالية من البذور ، نظرا لأن الأجنة الهجين تتوقف عن النمو فى مرحلة مبكرة من تكوينها ، ثم تندثر . ويطلق على ظاهرة اندثار الأجنة اسم embryo abortion .

وقد أمكن العثور على سلالات متوافقة ذاتيا من L. peruvianum ، كانت تجهيناتها مع الطماطم خصبة عندما استخدم النوع البرى كأم ؛ وبهذا .. أمكن الحصول على بذور الجيل الأول الهجين ، إلا أن نباتات الجيل الأول الهجين لم يمكن تهجينها رجعيا إلى الطماطم ، الأمر الذى يجعل هذه الهجن بغير ذى فائدة فى تحسين الطماطم .

ولقد حظى الهجين النوعي بين الطماطم والنوع البرى L. peruvianum عند استخدام الأخير كأب - باهتمام كثير من الباحثين ، في محاولة منهم للتغلب على مشكلة اندثار الأجنة. ومن أهم المحاولات التى أمكن التوصل إليها فى هذا الشأن مايلى :

١ - تمكن P. G. Smith فى عــام ١٩٤٤ من نقل الأجنة المتكونة - وهى فى بداية مراحل تكوينها - إلى بيئات خاصة ، إلى أن أكملت نموها ، وأعطت بادرات الجيل الأول الهجين فى أنابيب الاختبار ، ثم شتل البادرات بعد ذلك وراعاها ، إلى أن أكملت النباتات نموها . وجدير بالذكر أن نباتات الجيل الأول الهجين لا يمكن تهجينها - رجعيا - إلى الطماطم ، إلا بعد اللجوء إلى مزارع الأجنة مرة أخرى . أما التهجينات الرجعية التالية .. فإنها تنجح دونما حاجة إلى مزارع الأجنة ، وتعطى بذورا مكتملة النمو (عن Thomas & Pratt ١٩٨١) . وقد نجح اتباع هذه الطريقة واستخدمها الكثيرون (مثل Saccardo وآخرون ١٩٨١) في التغلب على ظاهرة اندثار الأجنة فى هذا الهجين النوعى .

وتكمن صعوبة هذه الطريقة فى ضرورة فصل الأجنة عن الإندوسبرم وهى مازالت فى مرحلة مبكرة جدا من تكوينها إلى درجة يصعب معها تداولها . وقد وجد Barbano & Topoleski (١٩٨٤) أن الإندوسبرم يختفى تماما بعد ١٠ أيام من التلقيح ، إلا أن الجنين يستمر فى النمو ككتلة غير متميزة من خلايا الكالوس callus ، إلى أن يندثر - تماما - بعد مرور ٢٤ يوما على التلقيح .

٢ - استخدام Laterrot طريقة مخلوط حبوب اللقاح pollen mixture technique ، وفيها تلقح أزهار الطماطم بخليط من حبوب لقاح نفس صنف الطماطم مع حبوب لقاح النوع البرى . ويراعى - عند اتباع هذه الطريقة - أن يكون صنف الطماطم المستخدم فى التلقيح حاملا لجين مُعلم marker gene متنح يظهر تأثيره فى البادرة ، حتي يمكن تمييز النباتات التي نتجت من التهجين النوعى عن تلك التى نتجت من التلقيح الذاتى . وتنتج بذور الجيل الثانى بتلقيح نباتات الجيل الأول الهجين بخليط من حبوب لقاح جميع هذه النباتات . ويجرى التهجين الرجعى الأول بنفس طريقة إنتاج بذور الجيل الأول الهجين (عن Makkouk & Laterrot ١٩٨٣) . وقد تمكن Saccardo وآخرون (١٩٨١) من تطبيق طريقة مخلوط حبوب اللقاح لإنتاج بذور التهجين الرجعى الأول باستعمال مخلوط من حبوب لقاح عدد كبير من أصناف وسلالات الطماطم ، التى تختلف فى خلفيتها الوراثية فى تلقيح نباتات الجيل الأول الهجين .

٣ - تمكن Nirk (١٩٥٩) من إجراء التهجين النوعى بين الطماطم وسلالة من النوع L. peruvianum (كانت - حينئذ - تتبع الصنف النباتى dentatum) - بعد تطعيمهما معا بطريقة التطعيم اللسانى المتبادل - مع استخدام الطماطم كأم فى التهجين . وقد حصل بهذه الطريقة على بذور الجيل الأول الهجين . ثم على بذور الهجين الرجعى الأول. كما تمكن E. Gunther فى عام ١٩٦٤ (عن Rick ١٩٧٩ ب) من إنتاج كيميرا من L. esculentum ، و L. peruvianum ، كان فيها نسيج قلم الزهرة من L. esculetum ، بينما كانت الأنسجة الجنسية (طبقة L_2 التى تعطى الـ sporogenous tissue) من L. peruvianum . وقد ساعدت هذه الكيميرا كثيرا من الباحثين على إنتاج الهجن النوعية مع سلالات الطماطم التى يفضلونها .

٤ - أمكن استخدام النوع L. chilense كنوع قنطرى bridge species بين الطماطم والنوع L. peruvianum . وقد اتبعت هذه الطريقة فى نقل صفة المقاومة للبكيتريا Corynebacterium michiganense المسببة لمرض التسوس البكتيرى من النوع الأخير إلى الطماطم . وقد تم ذلك بتهجين الطماطم كأم مع L. chilense كأب ، واستخدام الجيل الأول الهجين الناتج كأم فى تهجينات مع L. peruvianum ، ثم استخدام الهجين الثلاثى الناتج كأب فى تهجينات رجعية إلى الطماطم (عن Taylor ١٩٨٦) .

٥ - نجح Thomas & Pratt (١٩٨١) فى إجراء الهجين النوعى بين صنف الطماطم VFNT Cherry كأم ، والسلالة LA1283-4 من L. peruvianum كأب ، باللجوء إلى مزارع الأنسجة من كالوس أجنة الهجن النوعية . فقد حصل الباحثان - لدى زراعتهما للبويضات الكاملة (بما تحتويه من أجنة غير مكتملة النمو للهجين النوعى) - على نسيج كالوس هجين فى ١٢ ٪ من الحالات ، أمكن دفعها لتكوين نباتات منها . وتأكد لدى الباحثين أن هذه النباتات كانت هجناً نوعية ، وذلك من خلال صفاتها المورفولوجية ومن دراسات الطرز الإنزيمية . وقد كانت النباتات المتكونة ثنائية التضاعف أو رباعية التضاعف ، وظهر نبات ثنائى واحد على الأقل فى ٤٠ ٪ من مزارع أنسجة الأجنة ؛ وبذا .. أمكن الحصول على نبات ثنائى واحد على الأقل فى ٤ ٪ من حالات زراعة الأجنة غير المكتملة التكوين . وبالمقارنة .. لم يعثر الباحثان على جنين واحد يصلح للزراعة فى مزارع الأجنة لدى

تشريحهما لأكثر من ٤٠٠ بذرة غير مكتملة التكوين لهذا الهجين النوعى . وقد تمكن الباحثان من إجراء التهجين الرجعى الأول للطماطم بنفس طريقة كالوس الأجنة embryo callus .

٦ - تمكن Imanishi & Chen (١٩٨٩) من الحصول على هجن نوعية بين الطماطم كأم والنوع L. peruvianum كأب ، باستخدام مزارع البويضات غير الناضجة immature ovules من الثمار الملونة الناتجة من التلقيحات النوعية ، على بيئة MS Agar . وقد أجرى الباحثان التهجينات بين أصناف الطماطم Early Pink ، و Kyoryoku Toko ، و Sekaiichi ، و Giban N0.1 وكل من السلالتين P.I.128652 ، و P.I.1270435 من L. peruvianum ، و السلالة P.I. 128644 من L. peruvianum var. glandulosum .

٧ - وجد C.M. Rick سلالتين من L. peruvianum (هما : LA1708 و LA2172) تتهجنان بسهولة تامة مع الطماطم ؛ وتبين أن الجيل الأول الهجين كان متوافقاً ذاتياً جزئياً ، وأمكن تهجينه رجعياً إلى الطماطم . وقد ذكر Lindhout & Purimahua (١٩٨٨) .أن هاتين السلالتين لا تتلقحان مع أية سلالة أخرى من النوع L. peruvianum، بالرغم من انتمائهما - مورفولوجيا - إلى هذا النوع ؛ ولم يمكن استعمالهما كقنطرة للتلقيح بين الطماطم والسلالات الأخرى من L. peruvianum . إلا أن Lobo & Marulanda (١٩٨٩) وجدا أن الهجين بين السلالة LA2394 من L. esculentum var. cerasiforme كأم ، والسلالة LA1708 من L. peruvianum كأب كان خصباً ، وكانت نباتات الجيل الأول الهجين خصبة فى تهجيناتها مع السلالات الأخرى من L. peruvianum ، وأعطت التلقيحات بينها أعداداً كبيرة من البذور الجيدة ؛ مما يسمح باستعمال هذا الهجين النوعى كقنطرة وراثية بين كل من الطماطم ، و L. peruvianum .

وقد وجد أيضاً - أن السلالة PE-23 من L. peruvianum كانت متوافقة مع الطماطم بدرجة عالية . وقد تمكن Ayuso وآخرون (١٩٨٧) من استخدام الهجين النوعى بينهما كقنطرة وراثية للتهجين بين الطماطم والسلالات العديمة التوافق معها من L. peruvianum. ويفضل الباحثون استخدام الهجين النوعى القنطرى كأم فى التلقيحات مع السلالات الأخرى . وتجدر الإشارة إلى أن نسبة كبيرة من هذه التلقيحات لا تنجح ، وأن عدد البذور

فى الثمار العاقدة يتراوح من ٢ ر٠ – ٠ ر١٠ بذور / ثمرة ، إلا أن هذه البذور تكفى للتغلب على مشكلة العقم بين الطماطم والنوع L. peruvianum . وقد تمكن الباحثون من استخدام الهجين النوعى القنطرى كأب كذلك فى التلقيحات مع السلالات الأخرى من L. peruvianum ؛ حيث أعطت هذه التلقيحات بعض البذور التى احتوت على أجنة .

كما حُصل على بذرة واحدة من هجين بين الطماطم كأم مع السلالة PI 127828 من L. perviaunum var. humifusum كأب ، واستخدم الهجين النادر فى إنتاج سلسلة من السلالات القنطرية bridging lines للتهجين بين الطماطم وجميع سلالات النوع L. peruvianum .

ولمزيد من التفاصيل عن الوسائل المتبعة للتغلب على مشاكل العقم فى الهجين النوعى بين الطماطم ، و L. peruvianum .. يراجع Boukema & Den Nijs (١٩٨٤) ، و Taylor (١٩٨٦) .

تداول الطماطم لأغراض التربية

يتطلب الإلمام بطرق تربية الطماطم التعرف على كيفية تداول النبات لأغراض التربية (مثل كيفية إجراء التلقيحات وجمع واختبار حبوب اللقاح ... إلخ) ، ويستلزم ذلك بالضرورة دراسة طبيعة الإزهار فى نبات الطماطم . وتشكل هذه الموضوعات الثلاثة غالبية الجزء المتبقى من هذا الفصل .

طبيعة النمو

تقسم أصناف الطماطم – حسب طبيعة نموها growth habit – إلى قسمين : محدودة النمو determinate ، وغير محدودة النمو indeterminate ؛ وذلك حسب طريقة نمو ساق النبات ، وطبيعة تكوين النبات للعناقيد الزهرية ؛ ففى الأصناف المحدودة النمو (والتى يطلق عليها أيضاً اسم ذاتية التقليم self pruning) .. تظهر النورات على ساق النبات بمعدل نورة كل ورقة ، أو ورقتين . وبعد فترة من النمو تتكون نورة طرفية ، ويكمل النبات نموه من التفرعات الجانبية التى تتكون عليها نورات بنفس الطريقة . ونتيجة لذلك .. ينتج النبات عدداً كبيراً – نسبياً – من النورات لكل طول معين من الساق ، كما تنضج ثماره فى فترة

وجيزة بالمقارنة بالأصناف غير المحدودة النمو . ففى الأخيرة .. تظهر النورات على الساق بمعدل نورة لكل ثلاث أوراق ، وتستمر الساق فى النمو ما دامت الظروف البيئية مناسبة .

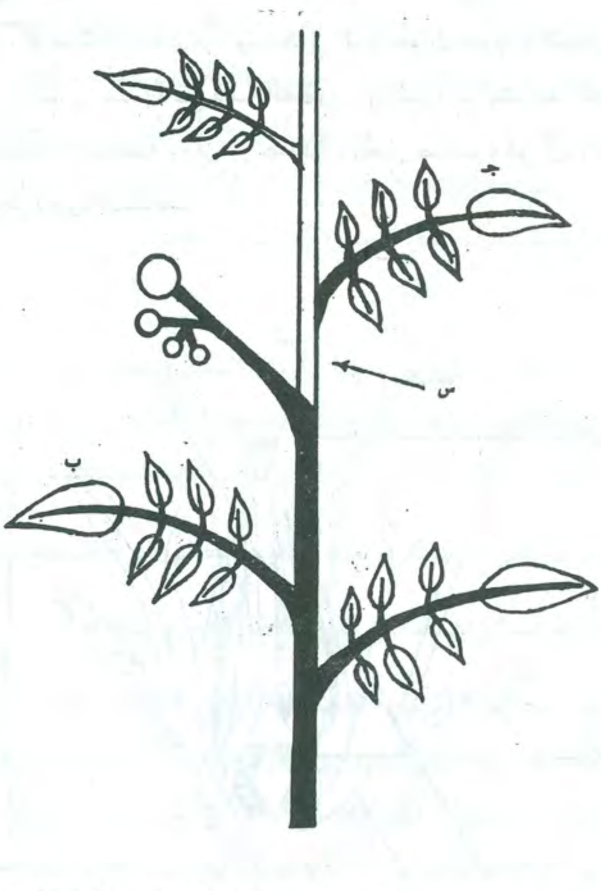
ويعطى نبات الطماطم – عادة – سبع أوراق على الأقل قبل أن يبدأ فى إعطاء أول عنقود زهرى . ولا تختلف الطماطم القزمية Dwarf عن الطبيعية النمو إلا فى قصر سلامياتها كثيراً مما فى الأصناف العادية .

نورة الطماطم ، وطريقة تكوينها

يطلق على نورة inflorescene الطماطم اسم عنقود زهرى Flower cluster ، أو truss . وهى تعد – من الناحية النباتية – نورة محدودة وحيدة الشعبة monochasial cyme برغم أنها تبدو كنورة غير محدودة عنقودية بسيطة simple raceme .

تنشأ نورة الطماطم – دائماً – من القمة النباتية ، وذلك بعد أن تتكون منها (أى من القمة النامية) عدة مبادىء أوراق . وعند تكون النورة يتغير شكل القمة الميرستمية ، فتميل إلى الاستطالة ، وتزيد فى القطر ، وبذلك تتحول من الحالة الخضرية إلى الحالة الزهرية ، وتنتج عنقوداً من البراعم الزهرية ، يعطى – فيما بعد – أول عنقود زهرى . وبعد تحول القمة النامية إلى عنقود زهرى بهذه الطريقة .. يكمل النبات نموه الخضرى من النسيج الميرستيمى secondary dome الموجود فى إبط آخر مبادىء الأوراق التى سبق تكوينها . وتتكون مبادىء الأوراق الجديدة من هذه القمة الثانوية – التى تأخذ وضع النمو الطرفى – قبل أن تتميز مرة أخرى ، معطية ثانى العناقيد الزهرية ، ثم يعقب ذلك تكوين قمة نامية خضرية جديدة ... وهكذا يستمر نبات الطماطم فى نموه ، معطياً سلسلة متعاقبة من النمو الخضرى الجانبى . وتعرف هذه الطريقة من النمو باسم النمو الكاذب المحور Sympodial Growth . ويلاحظ أن آخر الأوراق المتكونة – قبل تكون العنقود الزهرى – تنمو لأعلى على محورها ؛ فتبدو بذلك فى وضع أعلى من العنقود الزهرى الذى يدفع جانباً أثناء نمو الفرع الجديد من القمة النامية الجديدة ؛ وبذلك يبدو النمو الخضرى كما لو كان مستمراً من القمة النامية للنبات ، وتبدو العناقيد الزهرية كما لو كانت محمولة جانبياً على السلاميات . ويوضح شكل (١ – ١٠) طبيعة هذا النمو .

ويلاحظ فى الشكل أن الأوراق أ ، ب ، جـ تنشأ قبل تكون الأزهار ، إلا أن الورقة (جـ) تحمل إلى أعلى محورها (س) ، دافعة العنقود إلى أحد الجوانب . أما الورقة (د) .. فإنها ستكون أول ورقة نشأت من النمو الجانبى (Calvert ١٩٧٣) . ولمزيد من التفاصيل عن النمو الكاذب المحور لنبات الطماطم .. يراجع Atherton & Harris (١٩٨٦) .

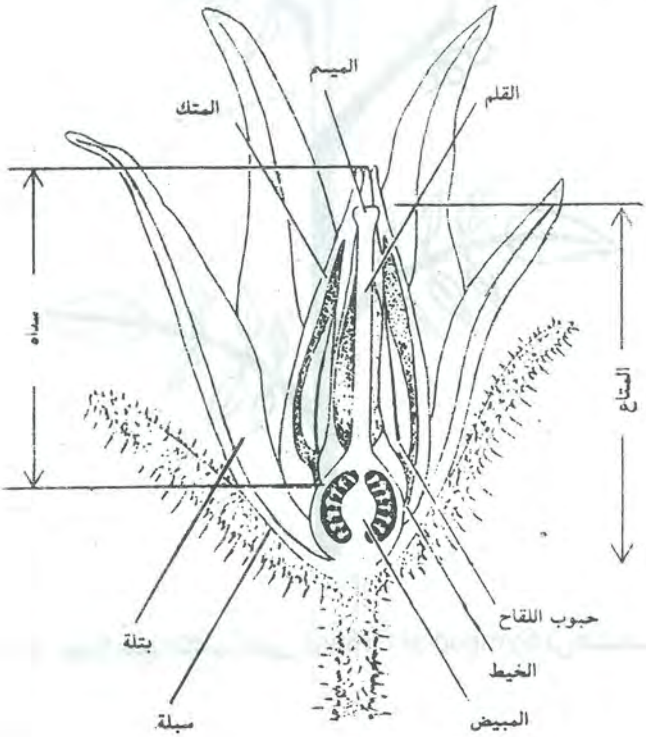


شكل (١-١٠) : طبيعة النمو الكاذب المحور Sympodial Growth فى الطماطم .

الازهار

تتكون زهرة الطماطم من ٥ - ١٠ سبلات منفصلة ، تبقى خضراء حتى تنضج الثمرة ، وتزداد معها فى الحجم . ويتكون التويج من خمس بتلات أو أكثر ، تكون ملتحمة فى

البداية ، وتكون أنبوبة قصيرة حول الطلع والمتاع ، ثم تتفتح البتلات ، ويظهر الطلع المتكون من خمسة أسدية أو أكثر ، فوق بتلية تكون خيوطها قصيرة ، ومتوكها طويلة ملتحمة ، ومكونة لأنبوبة سدائية anthredial cone تحيط بالمتاع . يتكون المتاع من مبيض عديد المساكن ، ويكون القلم طويلاً ورفيعاً يصل إلى قمة الأنبوبة السدائية ، وقد يبرز خارجها بمقدار يصل فى بعض الأصناف – تحت ظروف خاصة – إلى مسافة ٣ مم . ينتهى القلم بميسم بسيط ، أو منتفخ قليلاً . وتتكون البراعم الزهرية بالتوالى على العنقود الزهرى الواحد ، ويكون أحدثها فى قمة العنقود . وكثيراً ما يشاهد العنقود الواحد وبه براعم زهرية ، وأزهار متفتحة ، وأزهار عاقدة ، وثمار صغيرة فى آن واحد . ويبين شكل (١ – ١١) تخطيطاً لزهرة الطماطم .



شكل (١-١١) : تركيب زهرة الطماطم (عن Rick ١٩٧٨)

تتفتح زهرة الطماطم بين الساعة السابعة والساعة الثامنة صباحاً ، ويصل انتثار حبوب اللقاح وتفتح المتوك إلى أقصاه بين الساعة التاسعة والساعة الحادية عشرة صباحاً (Sood & Saimi ١٩٧١) .

التلقيح

تتلقح الطماطم ذاتياً فى الطبيعة ، ويساعد على ذلك وجود الميسم داخل الأنبوبة السدائية الذى يعمل علي ضمان وصول حبوب اللقاح إلى ميسم نفس الزهرة بعد تفتح المتوك . إلا أنه قد تحدث – أحياناً – نسبة من التلقيح الخلطى ، وتبلغ هذه النسبة ١ ٪ تحت ظروف ولاية كاليفورنيا (Tanksley & Jones ١٩٨١) ، ونادراً ما تزيد نسبة التلقيح الخلطى على ٥ ٪ باستثناء المناطق الاستوائية ؛ حيث تصل النسبة فيها إلى ١٥ ٪ – ٢٥ ٪ (Purseglove ١٩٧٤) .

تخلو زهرة الطماطم من الرحيق ، وإذا زارتها الحشرات .. فإن ذلك يكون بغرض جمع حبوب اللقاح . وتعتبر الحشرات مسئولة عن التلقيح أيا كانت نسبته . ومن أهم الحشرات فى هذا الشأن : نحل العسل ، والنحل الطنان (McGregor ١٩٧٦) .

ومن أهم الظروف التى تؤدى إلى زيادة التلقيح الخلطى فى الطماطم ، مايلى :

١ – زيادة نشاط الحشرات كما هى فى المناطق الاستوائية .

٢ – بروز المسيم من الأنبوبة السدائية ، وهى الظاهرة المعروفة باسم Stigma Exertion . وتتوقف حدتها – أى مدى بروز الميسم من الأنبوبة السدائية – على السلالة ، والصنف ، والظروف الجوية . فهى تحدث طبيعياً فى بعض السلالات والأنواع كما فى L. peruvianum ، و L. chilense ، و L. hirsutum ؛ حيث تزيد الظاهرة من فرصة التلقيح الخلطى ، خاصة عند زيادة النشاط الحشرى . وبالرغم من أن معظم الأصناف التجارية الحديثة من الطماطم ذات أقلام زهرية قصيرة ، إلا أن ميسم الزهرة لبعضها يكون فى مستوى قمة الأنبوبة السدائية . وتسمح هذه الحالة بعقد الثمار ، ولكنها تزيد – أيضاً – من فرصة التلقيح الخلطى . وتعمل بعض الظروف البيئية – مثل : ارتفاع درجة الحرارة ، أو قصرة فترة الإضاءة مع انخفاض شدة الضوء – على بروز الميسم قليلاً من الأنبوبة

السدائية في الأصناف التجـارية ؛ ويؤدى ذلك إلى انخفاض نسبة العقد بدرجة كبيرة ، مع احتمـال حـدوث بعض التلـقيح الخلطى إذا تـوفرت حشرات مـلقحة من حقول الطماطم المجـاورة .

٣ - زيادة فرصة التلقيح عند خصى الأزهار ؛ بغرض إنتاج بذرة الأصناف الهجين .

هذا .. وتكون المياسم مستعدة للتلقيح قبل تفتح الزهرة بيوم أو يومين إلى ما بعد تفتحها بأربعة أيام إلى ثمانية أيام - وتصل حبوب اللقاح إلى المياسم عند تفتح المتوك طولياً من الداخل (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤ ، و George ١٩٨٥) .

كيفية إجراء التلقيح اليدوى

من الطبيعي أن يكون إجراء التلقيح اليدوى عند تفتح الزهرة أكثر نجاحاً مما لو أجرى قـبل ذلك ، إلا أن هذا التـوقيت يزيد كثـيراً من نسبـة التلقيح الذاتى (Sood & Saimi ١٩٧١) ؛ لذا .. فإن التلقـيح اليدوى يجرى - دائما - قبل تفتـح الزهرة ؛ أى وهى مـازالت فى طور النمو البرعمى . وأنسب وقت من اليوم لإجراء عـملية التلقيح هـو مـا بين السـاعة الحادية عـشرة والنصف صبـاحـاً ، والسـاعة الثـانية بعد الظهر (عن Scott & George ١٩٨٠) وتجرى عملية التلقيح اليدوى كما يلى :

١ - تخـتـار الأزهار التى يرغب في تلقيحـها قبل تفـتحـها بيوم أو بيومين . لا يظهـر من البـرعم الزهرى - حـينئـذ - سـوى الكأس التى تكون مـحـيطة بالتـويج ، الذى يـكون بدوره ملتحماً ومحيطاً إحاطة تامة بأعضاء الزهرة الجنسية . تزال إحدى السبلات برفق بملقط ذى أطراف مـدببـة ، ثم يدفع سن الملقط برفق من أحـد جوانب البرعم خـلال التـويج الملتـحم ، ويستمر الدفع إلى أن يخترق سن الملقط الأنبوبة السدائية كذلك ، ثم يجذب التـويج والأنبوبة السدائية معاً إلى أعلى بواسطة الملقط . يراعى الحرص الشديد عند إجراء هذه الخطوة - التى تعرف بعملية الخصى emasculation - حتى لا يحدث أى ضرر لمتاع الزهرة .

٢ - تختـار زهرة متفـتحـة من النبات الذى يراد اسـتـخدامـه كأب للتلقيح ؛ حيث تقطف بعنقها . تفتح الأنبوبة السدائية بإمرار سن الملقط طوليا بين متكين ، ثم تفرد المتوك - وهى مـا زالت متـصلة ببقـيـة أجزاء الزهرة - على ظفر إبهام اليد اليسرى ، ويطرق عليـها برفق

بسبابة اليد اليمنى ؛ فتسقط حبوب اللقاح على ظفر الإبهام .

٣ – تستخدم حبوب اللقاح المتجمعة فى تلقيح الأزهار المخصبة ؛ بإمرار مياسمها برفق على ظفر الإبهام ، الذى تجمعت عليه حبوب اللقاح .

٤ – يراعى تعقيم الملقط وأطراف الأصابع ؛ بغمسها فى الكحول قبل البدء فى تلقيح جديد يختلف عن سابقه فى أى من الأبوين .

٥ – لا توجد ضرورة لحماية الأزهار الملقحة من حبوب اللقاح الغريبة إذا أجرى التلقيح داخل البيوت المحمية . أما إذا أجرى التلقيح فى الحقول المكشوفة .. فإنه تفضل حماية الأزهار الملقحة من التلوث بحبوب لقاح غريبة بإحدى طريقتين :

أ – بلف قطعة صغيرة من القطن حول الزهرة الملقحة .

ب – بإحاطة الزهرة الملقحة بكبسولة جيلاتينية ذات حجم مناسب (عن McArdle & Bouwkamp ١٩٨٠) . ويجرى ذلك بعمل قطع فى أحد نصفى الكبسولة على الزهرة ، بعد إمرارها من الفتحة ، التى لايتبقى منها – بعد غلق الكبسولة – سوى ما يكفى لعنق الزهرة فقط .

جـ – باستعمال الكبسولات الجيلاتينية مع القطن – وهى أسهل وأسرع من سابقتها – حيث تلف قطعة صغيرة من القطن حول الزهرة الملقحة ، ثم تُبل بالماء ، وتحاط بأحد نصفى كبسولة ذات حجم مناسب بحيث تلامس الكبسولة قطعة القطن المبللة ، الأمر الذى يؤدى إلى التصاقهما معاً . وعند التأكد من نجاح التلقيح .. يمكن التخلص من الكبسولة – بسهولة – ببل قطعة القطن بالماء مرة أخرى ، ثم جذب الكبسولة . ولهذه الطريقة ميزة أخرى ، وهى أنه يمكن بل قطعة القطن بأحد منظمات النمو المناسبة ؛ للمساعدة على نجاح التلقيح ، ومنع سقوط الأزهار . وقد أدى اتباع طريقة الكبسولات الجيلاتينية هذه إلى زيادة نسبة نجاح التلقيحات فى الطماطم ، والفلفل ، والفاصوليا ، والخيار ، مع استعمال كبسولات بأحجام تتناسب مع حجم الزهرة الملقحة فى كل محصول منها (McArdle& Bouwamp ١٩٨٠) .

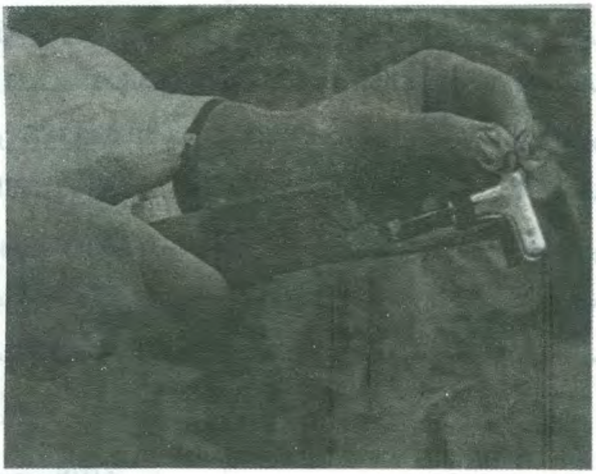
د – يعرف نجاح التلقيح بنمو المبيض قليلاً فى الحجم فى غضون (٢ – ٤) أيام من التلقيح (شكل ١ – ١٢) .



شكل (١-١٢) : ثمرة طماطم عاقدة بعد نحو ثلاثة أيام من التلقيح .

جمع حبوب اللقاح

يتطلب الأمر أحياناً جمع حبوب اللقاح بكميات كبيرة ؛ كما هى الحال عند إنتاج الهجن التجارية ، أو عند استخدام صنف أو سلالة معينة فى تلقيح عدد كبير من الأصناف ؛ ففى حالات كهذه .. تجمع حبوب اللقاح من الصنف أو السلالة المستخدمة كأب باستعمال جهاز خاص – يعمل ببطارية – يسمى هزاز vibrator ، يهتز فيه قضيب معدنى بتردد عالٍ لدى تشغيل الجهاز . ويؤدى لمس عنق الزهرة بطرف القضيب – أثناء تشغيل الجهاز – إلى سقوط حبوب اللقاح من الزهرة . وتجمع حبوب اللقاح – آنذاك – فى كبسولة جيلاتينية (شكل١ -١٣) تغطى الكبسولة بمجرد الانتهاء من جمع الكمية المطلوبة من حبوب اللقاح ، ثم تثبت الكبسولات الممتلئة بحبوب اللقاح فى فتحات مناسبة تصنع لهذا الغرض فى قطعة من الاستيروفوم ، لكى يسهل تداولها . تجرى التلقيحات بسهولة – بعد ذلك – بغمس ميسم الزهرة المخصية فى الكبسولة المحتوية على حبوب اللقاح (شكل ١-١٤) ثم هزها برفق ؛ لإسقاط حبوب اللقاح الزائدة (Angell & Robbins ١٩٦٨) . ويعطى Villareal & Lai (١٩٧٨) طريقة تصنيع الهزاز (الذى يسمى أيضاً جامع حبوب اللقاح pollen grain collector) من الخامات البسيطة .



شكل (١-١٣) : جمع حبوب اللقاح فى كبسولة جيلاتينية بواسطة الهزاز vibrator .



شكل (١-١٤) : تلقيح زهرة طماطم مخصية بغمس ميسم الزهرة فى كبسولة جيلاتينية تحتوى على حبوب لقاح سلالة الأب .

تخزين حبوب اللقاح

أمكن تخزين حبوب لقاح الطماطم - مع حفظ حيويتها بشكل جيد - لمدة ثلاثة أسابيع؛ بوضعها داخل كبسولات جيلاتينية فى الثلاجة ، مع الحذر من وصول الرطوبة إليها (Angell & Robbins ١٩٦٨) .

وفى دراسة خزنت فيها حبوب لقاح الطماطم فى درجات حرارة صفر ، أو ١٠° ، أو ٢٠°م ، وفى رطوبة نسبية منخفضة (على كلوريد الكالسيوم) ، أو مرتفعة (فى الجو العادى) .. وجد أن فترة احتفاظ حبوب اللقاح بحيويتها تزداد مع انخفاض كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية . ففى هذه الظروف .. احتفظت حبوب اللقاح بحيويتها بصورة جيدة لمدة ستة شهور . ويمكن زيادة فترة التخزين بجمع حبوب اللقاح فى الأوقات التى تسود فيها درجة حرارة معتدلة ، ورطوبة نسبية منخفضة . وقد نجحت حبوب اللقاح المخزنة لمدة سنة فى إحداث عقد بثمار سلالات طماطم عقيمة الذكر، إلا أنها كانت بكرية (McGuire ١٩٥٢) .

اختبار حيوية حبوب اللقاح

استخدم Al-Ahmadi (١٩٧٧) - لاختبار إنبات حبوب لقاح الطماطم - بيئة صناعية تحتوى على ٥ ٪ سكروزاً فى محلول مائى من حامض البوريك بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون. وتتلخص خطوات تقدير نسبة الإنبات فيما يلى :

١ - توضع قطرة من البيئة المجهزة لهذا الغرض فى منخفض بعمق ٨ ر٠مم فى شريحة زجاجية خاصة .

٢ - تستعمل إبرة تشريح فى نقل حبوب اللقاح إلى البيئة . يحتفظ بحبوب اللقاح على طرف الإبرة التى تطرق بلطف فوق قطرة البيئة . يجب الحذر عند إجراء ذلك ؛ نظراً لأن حبوب اللقاح التى تتجمع معاً تتحرك بسرعة نحو حافة البيئة .

٣ - توضع الشرائح بعد ذلك داخل أكياس بلاستيكية ، مع إبقاء الرطوبة النسبية مرتفعة بداخلها ؛ باستعمال ورق ترشيح مبلل تكون أطرافه مغمورة فى الماء .

٤ - تقدر نسبة الإنبات بعد ذلك بتسجيل عدد حبوب اللقاح التى باشرت فى الإنبات ، والعدد الكلى لحبوب اللقاح فى حقلين منفصلين تحت الميكروسكوب (الـbinocular) . وقد اعتبر الباحث أن حبوب اللقاح نابتة عندما زاد طول الأنبوبة اللقاحية فيها على ٧ر٠مم ، واستخدم ميكرومتر occular micrometer لقياس أطوالها . هذا .. ويمكن استخدام البيئات الصلبة لتحقيق نفس الهدف . ولمزيد من التفاصيل فى هذا الشأن ..

يراجع Gentile & Santner (١٩٧١) .

تعتبر طرق اختبار حيوية حبوب اللقاح التى تعتمد على الإنبات الفعلى لهذه الحبوب – كالطريقة التى سبق شرحها – من أفضل الطرق التى تتبع فى هذا الشأن ، وتعد وسطاً بين الاختبار الفعلى لحبوب اللقاح باستخدامها في تلقيح الأزهار ، والاختبارات السريعة التى تعتمد على الأصباغ الحيوية vital staining . فمن ناحية .. يتطلب اختبار التلقيح وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً ، فضلاً على أنه لا يعطى نتائج دقيقة عن نسبة حبوب اللقاح التى تحتفظ بحيويتها فى العينة المختبرة . ومن ناحية أخرى .. فإن طريقة الصبغ تعطى – غالباً – نتائج مبالغاً فيها عن الحيوية الحقيقية لحبوب اللقاح .

تعد صبغتا الأسيتوكارمن acetocarmine ، وأزرق القطن cotton blue أكثر الصبغات التقليدية التى استخدمت لاختبار حيوية حبوب لقاح الطماطم . وتسمح هاتان الصبغتان بالتمييز الواضح بين حبوب اللقاح التى تحتوى على سيتوبلازم وتلك التي تخلو منه . هذا .. إلا أن حبوب اللقاح التى تحتوى على سيتوبلازم لا تكون بالضرورة كاملة الحيوية ، كما تؤكد ذلك اختبارات الإنبات فى البيئات الصناعية .

وقد ذكر Peterson & Taber (١٩٨٧) طريقة أخرى سريعة لاختبار حيوية حبوب اللقاح ، تعتمد على حالة الغشاء البلازمى الخارجى ، ومدى احتفاظه بكيانه كاملا . ويعتبر ذلك دليلاً جيداً على مدى احتفاظ حبوب اللقاح بحيويتها . ويستعمل فى هذا الاختبار الصبغة الحيوية Fluoroscein diacetate . وتتحلل هذه الصبغة مائياً إلى Fluoroscein فى السيتوبلازم ، وتتراكم داخل الخلايا (حبوب اللقاح) ؛ مما يجعلها تظهر بوضوح ؛ لقدرتها على الاستشعاع .

وقد استخدمت هذه الصبغة بنجاح مع أكثر من ٣٠ نوعاً نباتياً منها البصل والطماطم . يجرى الاختبار بإذابة ملليجرامين من الصبغة فى ١٠٠ مل أسيتون ، ثم تخلط نقطة من هذا المحلول مع نقطة من ٥ ر ٠ مولاراً من محلول السكروز . توضع نقطة من مخلوط الصبغة والسكروز فى وسط شريحة زجاجية ، ثم تضاف إليها حبوب اللقاح . ويفضل وضع نقطة من محلول الصبغة فى مركز الشريحة الزجاجية ثم تركها لمدة دقيقة حتى يتبخر الأسيتون . ويتم – أثناء ذلك – إضافة خمس نقط من محلول السكروز إلى عينة حبوب اللقاح المختبرة

لعمل معلق منها . تؤخذ نقطة من هذا المعلق ، وتوضع فى مركز الشريحة الزجاجية على نقطة الصبغة ، ثم يوضع غطاء الشريحة فوقها .

طرق تربية الطماطم

تناسب الطماطم جميع طرق تربية المحاصيل الذاتية التلقيح . وتعتبر التربية بطرق التهجين الرجعى ، وانتخاب النسب ، وإنتاج الأصناف الهجين من أكثر الطرق التى استخدمت فى تحسين الطماطم ، إلا أن كافة الطرق الأخرى قد استعملت بدرجات متفاوتة . ويمكن الرجوع إلى أحد المصادر المناسبة (مثل حسن ١٩٩١) ، للاطلاع على تفاصيل تلك الطرق . وبينما تعتبر طريقة التحدر من بذرة واحدة single seed descent من أحدث الطرق التى اتبعت فى تحسين الطماطم (Tee وآخرون ١٩٧٩) .. فإن التربية بإنتاج الأصناف الهجين هى الطريقة القديمة التى تتبعها شركات إنتاج البذور حالياً – على نطاق واسع – لإنتاج الأصناف الجديدة . ولاشك فى أن قوة الهجين التى تتميز بها هذه الأصناف ليست هى السبب الرئيسى الذى دفع شركات البذور إلى التوسع فى إنتاجها ، وإنما هو قدرة هذه الشركات على التحكم فى إنتاجها وتحقيق أرباح عالية من وراء ذلك .

تقييم النباتات فى الأجيال الانعزالية لبرامج التربية

يتطلب الأمر فحص النباتات المتنحية فحصاً دقيقاً فى الأجيال الانعزالية لبرامج التربية. وتعتمد الصفات المدروسة على الهدف من البرنامج . فمثلاً .. تدرس – فى جامعة كاليفورنيا – بعض الصفات فى الأجيال الانعزالية لبرامج تربية الطماطم لإنتاج أصناف تصلح للتصنيع ، وهذه الصفات هى :

١ – صلابة الثمار : تقدر الصلابة بطريقة وصفية على مقياس وصفى ؛ حيث يضغط على الثمار الناضجة الملونة باليد لمعرفة مدى مقاومتها للتفلق ، وتعطى قيماً عالية للصلابة العالية .

٢ – طبيعة النمو : يرمز إلى صفة النمو غير المحدود بالرمز (+) ، وصفة النمو المحدود بالرمز (sp) .

٣ – المساحة التى يشغلها النبات : تقدر المساحة التى يشغلها النبات الواحد وقت

الحصاد ، علماً بأن النباتات تزرع على مسافة ٦٠ سم من بعضها البعض .

٤ – مدى تغطية النموات الخضرية للثمار : ويعد ذلك دليلاً على مدى حماية الثمار من الإصابة بلفحة الشمس . وتعطى البناتات – التى تتعرض ثمارها للشمس بدرجة كبيرة – قيماً منخفضة .

٥ – طراز الأوراق : تعطى الأوراق الكبيرة أرقاما عالية ، ويرمز إلى الأوراق الملتفة بالرمز (w) مع العلامة (+) ، أو (–) حسب شدة الالتفاف .

٦ – لون الأوراق : تقدر شدة اللون الأخضر قبل الحصاد مباشرة على مقياس وصفى من ١ –١٠ ، يأخذ فيه اللون الأقتم قيماً أعلى .

٧ – المحصول : يقدر المحصول الكلى على مقياس وصفى من ١ –١٠ فى نهاية الموسم، يأخذ فيه المحصول المرتفع قيماً أعلى ؛ علماً بأنه تزرع من كل عائلة أو سلالة ثلاث مكررات ، تتكون كل منها من ١٠ نباتات .

٨ – تركيز عقد الثمار : يقدر ذلك على مقياس وصفى من ١ – ١٠ ، يُعْطَى فيه العقدُ المركز – الذى تنضج فيه الثمار فى وقت واحد – القيم العالية .

٩ – موعد النضج : يقدر موعد النضج على مقياس وصفى تأخذ فيه الأصناف القياسية UC82 ، و VF145 - B-7879 القيمة (٥) ، بينما تأخذ السلالات المتأخرة عنها قيما أقل .

١٠ – لون الثمار غير الناضجة : يعنى بذلك مدى دكنة اللون الأخضر فى الثمار المكتملة النمو غير الناضجة ؛ حيث يقيم اللون فى طرف الثمرة الزهرى على مقياس وصفى تعطى فيه ثمار الصنف UC82 القيمة (٥) ، بينما تأخذ الثمار الأفتح لونا منها قيماً أقل .

١١ – تجانس اللون الأخضر فى الثمار غير الناضجة : يعطى النبات أو السلالة إما الحرف (u) للنضج الثمرى المتجانس uniform ripening ، وإما العلامة (+) فى حالة وجود أكتاف خضراء green shoulders بالثمرة .

١٢ – اتصال العنق بالثمرة stemness تسجل نسبة الثمار التى تبقى متصلة بعنق

الثمرة بعد الحصاد اليدوى . يؤخذ لذلك متوسط عينتين ، بكل منهما ٢٠ ثمرة .

١٣ - نسبة طول الثمرة L أو (عمقها) إلى عرضها W (أو L/ W) : ويحسب ذلك فى عينة من ٢٠ ثمرة . تعتبر هذه النسبة دليلاً على شكل الثمرة كما يلى :

أ - تأخذ الثمار المنضغطة oblate قيماً أقل من الواحد الصحيح .

ب - تأخذ الثمار الكروية والمربعة الدائرية square round قيمًا قريبة من الواحد الصحيح .

جـ - تأخذ الثمار الكمثرية والمستطيلة elongated قيماً أعلى من الواحد الصحيح .

١٤ - سمك جدار الثمرة : يحسب لذلك متوسط سمك الجدار الثمرى الخارجى pericarp فى عينة من ٢٠ ثمرة .

يؤخذ قياس سمك الجدار مرتين لكل ثمرة فى موضعين مختلفين ، مع تجنب القياس مقابل الجدر الفاصلة بين المساكن .

١٥ - عمق (D) ، وعرض (W) ، ومساحة D x W قلب core الثمرة ، وهو النسيج الأبيض اللون ، الذى يظهر كامتداد لعنق الثمرة عند قطع الثمرة طوليًا . وتحسب المساحة فى عينة من ٢٠ ثمرة .

١٦ - قطر أثر scar عنق الثمرة ونسبته إلى قطر الثمرة : يحسب متوسط قطر الأثر (وهو موضع اتصال العنق بالثمرة والنسيج الفلينى المحيط به) فى عينة من ٢٠ ثمرة ، مع تسجيل قطر الأثر فى موضعين مختلفين لكل ثمرة . وعندما يكون الأثر غير منتظم الشكل .. يسجل القطر عند أكبر وأصغر موضعين .

١٧ - عرض النسيج الفلينى المحيط بأثر العنق ونسبته إلى قطر الأثر كله (مكان العنق مضافاً إليه النسيج الفلينى المحيط به) . يقدر عرض النسيج الفلينى فى موضعين مختلفين ، مع أخذ البيانات على عينة من ٢٠ ثمرة .

١٨ - كافة الصفات المرغوبة الأخرى ، مثل المقاومة للأمراض ، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية ، والحموضة المعايرة ، والـ pH ... إلخ .

هذا .. ويمكن الاطلاع على نموذج آخر لتقييم نباتات الطماطم المنتجة فى برامج التربية ؛ بالرجوع إلى Villareal & Li (١٩٧٩)

إنتاج الأصناف الهجين

تنتج بذور أغلب الهجن التجارية من الطماطم بواسطة التلقيح اليدوى ، ولو أنه يمكن الاستفادة من عدد من الظواهر فى إنتاج بذور الهجن ، دونما حاجة إلى عملية خصى الأزهار . ويتطلب إنتاج الصنف الهجين توفّر سلالتين على درجة عالية من التآلف ، وهما اللتان يتم التوصل إليهما من خلال برنامج التربية ، الذى يسبق الخطوات الفعلية لإنتاج البذور التجارية للصنف .

خطوات إنتاج البذور التجارية للأصناف الهجين

يراعى عند إنتاج بذور الأصناف الهجين مايلى :

١ – تخصص للسلالة المستخدمة كأم مساحة تعادل ثلاثة إلى خمسة أضعاف المساحة المخصصة للسلالة المستخدمة كأب .

٢ – نظراً لأنه توجد دائماً احتمالات حدوث تلقيح ذاتى بطريق الخطأ .. فإنه يجب أن يستخدم كأم الصنف المحتوى على صفات المقاومة للأمراض والصفات الثمرية والمورفولوجية المميزة للصنف .

٣ – تنتج معظم بذور هجن الطماطم فى الحقول المكشوفة ، لكن بعض الأصناف غير المحدودة النمو تنتج بذورها فى البيوت المحمية ، كما فى هولندا وإنجلترا .

٤ – لا تجب زيادة مساحة العزل بين سلالتى الأبوين على مترين ؛ ففى ذلك الكفاية . وقد تقل المسافة عن ذلك إذا أنتجت الهجن فى البيوت المحمية .

٥ – تزرع السلالة المستخدمة كأب قبل السلالة المستخدمة كأم بنحو ثلاثة أسابيع ؛ لضمان توفر حبوب اللقاح اللازمة لتلقيح السلالة الأم عند إزهارها . ويُتخذ عدد الأيام من الزراعة إلى الإزهار مقياساً مناسباً لاختيار موعد الزراعة فى السنوات التالية .

٦ – تربى السلالات غير المحدودة النمو رأسياً . أما السلالات المحدودة النمو .. فتفضل تربية سلالات الأمهات منها رأسيًا بطريقة مناسبة ، بينما تترك سلالات الآباء لتنمو على سطح التربة .

٧ – يفضل – دائماً – أن تكون سلالات الأمهات عقيمة الذكر ؛ لكى تنتفى الحاجة إلى عملية الخصى .

٨ – عند جمع حبوب اللقاح من سلالات الآباء .. تقطف أزهارها أولا ، ثم تترك لساعات قليلة فى الشمس ، إلى أن تفقد جزءاً من رطوبتها ، ثم تجمع منها حبوب القاح بواسطة الهزاز . ويفضل فى هذه الحالة شق الأنبوبة السدائية طولياً بسن الملقط . وقد تجمع بفرك الأزهار على منخل ذى ثقوب سعتها ٥٣ ملليمكروناً ؛ لفصل حبوب اللقاح عن الأجزاء الزهرية الأخرى . وتخزن حبوب اللقاح – إذا لزم الأمر – كماسبق بيانه .

٩ – تجرى عملية التلقيح للأزهار المخصية (أو غير المخصية بالنسبة لسلالات الأمهات العقيمة الذكر) ؛ بواسطة فرشاة من شعر الجمل فى نفس يوم إجراء عملية الخصى ، التى تكون عادة فى الصباح الباكر ، أو بعد ٢٤ – ٣٦ ساعة من عملية الخصى . يتم المرور على النباتات يوميًا أو كل يومين ؛ لخصى وتلقيح البراعم الزهرية التى وصلت إلى مرحلة مناسبة ، مع إزالة الثمار التى تكون قد عقدت دون تلقيح يدوى .

١٠ – توضع علامة ورقية tag على الأزهار الملقحة ، أو تزال منها ٢ –٣ سبلات لتمييزها ، على أن يتم التأكد من ذلك عند الحصاد (George ١٩٨٥) .

ظاهرة العقم الذكرى واستخدامها فى إنتاج الهجن

توجد عدة أنواع من العقم الذكرى فى الطماطم . ويمكن التعرف على النباتات العقيمة الذكر – بسهولة – فى حقول الطماطم ؛ بفحص النباتات فى موسم الحصاد ؛ حيث تكون النباتات العقيمة الذكر إما غير مثمرة ، وإما حاملة لعدد قليل من الثمار الناتجة من التلقيح الخلطى الطبيعى . كما يكون النمو الخضرى لهذه النباتات غزيراً ومنتشراً رأسياً وأفقياً بدرجة أكبرمن بقية النباتات فى الحقل . وقد تمكن C . M . Rick ومساعدوه من التعرف على ٢٥٠ نباتاً غير مثمر فى حقل للطماطم مزروع بالصنف San Marzano ، وكان معدل

ظهورها بنسبة ١ر٠ ٪ . لم تكن هذه النباتات مختلفة عن بقية النباتات فى الحقل سوى فى شكل ولون أسديتها، ونموها الخضرى الغزير ، بالإضافة إلى كونها غير مثمرة . وبالتحليل الوراثى لهذه النباتات .. وجد أن بها من ٣٠ - ٤٠ جيناً للعقم الذكرى (عن Mann ١٩٦٢). وقد ارتفع هذا الرقم - حالياً - إلى أكثر من ٥٠ جيناً مختلفاً (Rick ١٩٨٦).

ومن أمثلة طفرات العقم الذكرى المعروفة فى الطماطم ما يلى :

١ - طفرة دايلتك Dialytic (بمعنى انفصال separation): يتحكم فى هذه الطفرة عامل وراثى واحد متنح ، ويكون النبات الحامل لها - فى حالة أصيلة - غير مثمر تحت ظروف الحقل ، برغم أنه ينتج حبوب لقاح وبويضات خصبة وطبيعية . ويرجع عدم قدرتها على الإثمار إلى أن أسديتها لاتكون أنبوبة تحيط بالقلم والميسم - مثلما تكون عليه الحال فى النباتات الطبيعية - وإنماتكون الأسدية منفرجة قليلاً عن بعضها البعض . وبدراسة هذه الطفرة .. وجد Rick أن الجين المسئول عنها يحدث تغيرات بالشعيرات فى جميع أجزاء النبات ، بما فى ذلك الشعيرات التى توجد على المتوك ، والتى تعمل - فى حال وجودها - على التحام المتوك ببعضها البعض ، ولكن بغياب هذه الشعيرات .. تنفرج المتوك عن بعضها البعض ، ويقلل ذلك من فرصة عقد الثمار بدرجة كبيرة ، إلى حد أن محصول هذه الطفرة يقل عن محصول النباتات الطبيعية بنسبة ٩٠ ٪ . ولا يبدو أن هذه الطفرة يمكن أن تفيد فى إنتاج الهجن ؛ لأنها تسمح بحدوث نسبة من التلقيح الذاتى الطبيعى تصل إلى ١٠٪ (عن Mann ١٩٦٢) .

٢ - عديمة الأسدية Stamenless : يتحكم فى هذه الطفرة عامل وراثى واحد متنح ، ويكون النبات الحامل لها خالياً من الأسدية . إلا أنه لم يمكن الاستفادة من هذه الطفرة فى إنتاج الهجن ؛ لأن محصول البذور كان منخفضاً ، ولأن ثمار الهجن كانت مفصصة (عن Sackett ١٩٧٥) . وقد أمكن دفع نباتات هذه الطفرة إلى إنتاج متوك بها حبوب لقاح خصبة ؛ بريها بمحلول جبريللين بتركيز ٢٥ جزءاً فى المليون ، كما وجد أن المعاملة بالـ CCC منعت استجابة النباتات لمعاملة الجبريللين (عن Weaver ١٩٧٢) .

٣ - العقم الموضعى Positional Sterility : يتحكم فى هذه الطفرة عامل وراثى واحد متنح (ps) ، يؤدى إلى عدم تفتح المتوك ؛ ومن ثم .. إلى عدم انتشار حبوب اللقاح .

تصل نسبة التلقيح الذاتى فى السلالات الحاملة لهذا الجين إلى ٥٪ فى الأيام الدافئة . وقد تمكن Gueorguiev & Atanassova (١٩٨١) من انتخاب طفرة جديدة ذات عقم موضعى يتحكم فيها جين آخر (هو الجين ps 2) لا تزيد فيها نسبة التلقيح الذاتى على ٢٠ر٠٪ . وقد أدخل الباحثان هذه الطفرة فى سلالة جديدة من الطماطم (هى السلالة Start 24) . ومن الصفات المميزة لهذه السلالة أن ميسم الزهرة منخفض عن مستوى المتوك بنحو ٥ر٠ مم ؛ وبذا .. فإنه يمكن خصى أزهارها بسهولة ؛ بواسطة العمال غير المهرة ؛ بجذب قمة الأنبوبة المتكية مع البتلات ، كما تلقح أزهارها وهى كاملة التفتح ، حينما تكون مياسمها فى أوج مرحلة استعدادها للتلقيح ؛ مما يؤدى إلى زيادة محصول البذور .

٤ – جينات أخرى كثيرة متنحية ، يؤدى وجود أى منها بحالة أصيلة إلى جعل المتوك ضامرة ، أو خالية من حبوب اللقاح ، أو جعل حبوب اللقاح ضامرة ، وهى التى تعرف بجينات العقم الذكرى Male Sterility ، ويرمز إلى كل منها بالرمز (m s) مع رقم خاص به ليميزه عن غيره .

هذا ويعطى Stevens & Rick جدولاً يضم ٤٧ جيناً للعقم الذكرى فى الطماطم ، مع مواصفات حالة العقم التى يحدثها كل منها . إلاّ أن نسبة عالية من هذه الجينات لا يمكن الاعتماد عليها فى إنتاج الهجن للأسباب التالية :

١ – لا تعطى بعض الجينات عقماً ذكرياً تاماً . وهو شرط أساسى ؛ حتى لا يحدث أى تلقيح ذاتى عند إنتاج الهجن .

٢ – تؤثر بعض جينات العقم الذكرى فى خصوبة أعضاء التأنيث كذلك ، أو فى قدرة النبات على إنتاج الأزهار ، أو صغر حجم الأزهار المنتجة ؛ مما يجعلها غير مناسبة لإنتاج الهجن ؛ لأن الإنتاج الاقتصادى لبذور الهجن يتطلب أن تكون سلالات الأمهات خصبة أنثوياً وطبيعية النمو .

وبالإضافة إلى ما تقدم بيانه .. فإن جينات العقم الذكرى – التى تستخدم فى إنتاج الهجن – يجب أن تكون متنحية تماماً ؛ حتى لا تظهر فى الجيل الأول الهجين .. وهو شرط يتحقق فى كل الجينات المعروفة . كما يفضل أن يكون تأثير الجين اختيارياً ؛ بحيث لا

يحدث الجين حالة العقم فى ظروف خاصة ؛ حيث يمكن – حينئذ – إكثار السلالات الحاملة لهذا الجين بالتلقيح الذاتى الطبيعى . كذلك يفيد – كثيراً – أن يكون للجين تأثير متعدد فى صفات أخرى ، أو أن يكون مرتبطاً بشدة بجين أو جينات أخرى ، يظهر تأثيرها فى طور البادرة ؛ لكى يمكن تمييز النباتات الخصبة الذكر من النباتات العقيمة الذكر فى خطوط سلالات الأمهات فى حقول إنتاج بذور الهجن .

وللاستفادة من ظاهرة العقم الذكرى فى إنتاج البذرة الهجين .. يجب مراعاة ما يلى :

١ – اختيار حالة العقم الذكرى المناسبة للظروف البيئية فى منطقة إنتاج البذور .

٢ – إدخال صفة العقم الذكرى التى وقع الاختيار عليها فى السلالات المستعملة كأمهات للهجن .

٣ – إكثار السلالات العقيمة الذكر بتهجين نباتات أصيلة فى صفة العقم الذكرى مع نباتات أخرى من نفس السلالة ، تكون خليطة فى هذه الصفة (أى Ms ms) . ويعتبر موضوع إكثار السلالات العقيمة الذكر من أكبر المشاكل التى تحد من استخدام هذه الظاهرة فى إنتاج الهجن التجارية . وفى محاولة للتغلب على هذه المشكلة .. تمكن Rick (١٩٨٠ أ) من إعادة الخصوبة إلى نباتات عقيمة الذكر برش العشرين سنتيمتراً الطرفية من سيقانها بمحلول مائى لحامض الجبرلليك بتركيز ٣٠٠ جزئ فى المليون ؛ حيث أدت هذه المعاملة إلى إنتاج متوك طبيعية بعد ٣ – ٤ أسابيع من إجرائها . وقد جُريت هذه المعاملة – بنجاح – مع السلالات الحاملة لجينات العقم الذكرى ms - 15 ، و ms - 1526 ، ms - 33 .

٤ – تزال النباتات الخصبة الذكر من سلالات الأمهات فى حقول إنتاج البذور بمجرد التعرف عليها ؛ علما بأن ٥٠ ٪ منها تكون خصبة ؛ ولذا فإن زراعة هذه السلالات فى حقول إنتاج البذور يجب أن تكون كثيفة نوعاً ما .

وجدير بالذكر أن الإصابة الطبيعية بفيروس تبرقش الخيار cucumber mosaic virus تحدث عقما كلياً لحبوب لقاح الطماطم (Robinson & Hodosy ١٩٨٨) ، إلا أن الإصابة الفيرسية – فى حد ذاتها – تجعل من غير الممكن الاستفادة من هذه الظاهرة فى إنتاج الهجن .

ظاهرة عدم التوافق والاستفادة منها فى إنتاج الهجن

توجد ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى الأنواع البرية L . hirsutum و L . pennellii ، و L . chilense . وقد جرت محاولات لنقل هذه الصفة من L . chilense إلى الطماطم المزروعة ؛ لتسهيل إنتاج البذرة الهجين . إلا أنه لكى تنجح هذه المحاولات .. يجب أن تنقل - مع صفة عدم التوافق - الصفات الأخرى التى تعمل على جذب الحشرات الملقحة ، وهى الصفات الخاصة بشكل وتركيب الزهرة ، وهى صفات كمية تورث مستقلة عن صفة عدم التوافق . كما يلزم - أيضاً - التأكد من أن الهجن المنتجة بالاستعانة بهذه الظاهرة - والتى تكون خليطة فى عامل عدم التوافق - خصبة ذاتياً ومثمرة بدرجة عالية . ويتبين من ذلك أن الاستفادة من ظاهرة عدم التوافق فى إنتاج هجن الطماطم التجارية لا يبدو أمراً ميسوراً (Rick ١٩٨٢) .

ظاهرة بروز الميسم والاستفادة منها فى إنتاج الهجن

يبرز ميسم الزهرة من الأنبوبة السدائية بنحو ملليمترين فى أنواع الطماطم البرية غير المتوافقة ذاتياً المنتشرة فى أمريكا الجنوبية ، ويكون ميسم الزهرة فى مستوى قمة الأنبوبة السدائية تقريباً فى الطماطم البرية L . esculentum var . cerasiforme ، وفى معظم أصناف الطماطم الأمريكية والأوربية . أما الأصناف الحديثة المنتجة فى كاليفورنيا .. فإن مياسم أزهارها تكون فى مستوى منخفض قليلاً داخل الأنبوبة السدائية . ويعتقد أنه قد جرى الانتخاب لهذه الحالة الأخيرة - دون قصد - مع الانتخاب لزيادة نسبة عقد الثمار . وقد ازدادت الحاجة إلى إنتاج أصناف ينخفض فيها مستوى ميسم الزهرة - خاصة فى أصناف الزراعات المحمية - حيث لا توجد داخل الصوبات تيارات هوائية ، أو حشرات يمكن أن تساعد على إتمام عملية التلقيح (Rick ١٩٧٦) . وقد وجدت علاقة عكسية بين المسافة التى يبرزها الميسم من الأنبوبة السدائية ، وبين نسبة عقد الثمار . فلم يحدث عقد طبيعى - تحت ظروف البيوت المحمية - عندما برز الميسم لأكثر من ملليمترين .

أما تحت ظروف الحقل .. فقد حدث تلقيح ذاتى طبيعى وعقد للثمار مع أقصى حد لوحظ لبروز الميسم وهو ٣,٧ مم وقد أمكن تثبيت صفة بروز الميسم بالانتخاب . وعندما استخدمت السلالات التى تحتوى على هذه الصفة كأمهات عند إنتاج الهجن .. كانت نسبة

البذرة الهجين تحت ظروف الحقل - فى ثمار مختلفة - من صفر - ٧٠ ٪ (Rick ١٩٨٠أ).

ومن أهم المشاكل التى تواجه الاستفادة من ظاهرة بروز الميسم فى إنتاج الأصناف الهجين ما يلى :

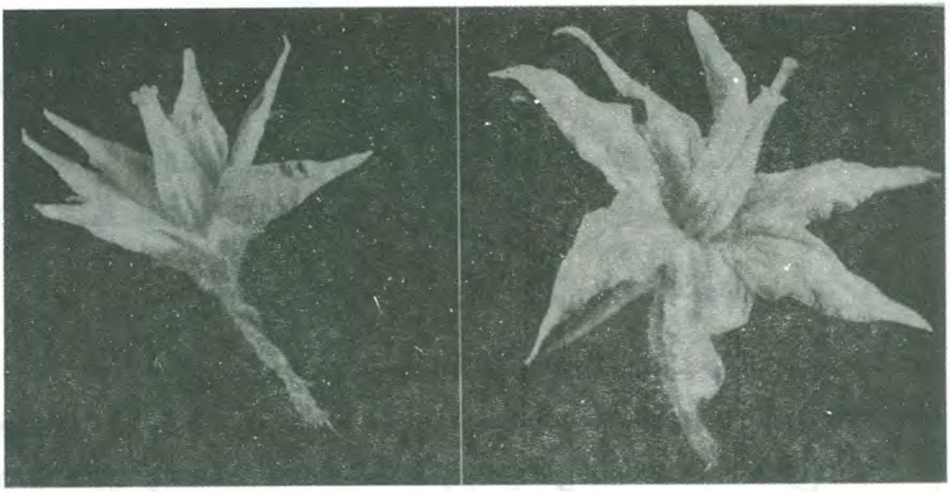
١ - صعوبة إنتاج بذور السلالات المستخدمة كأمهات - التى لا توجد بها هذه الظاهرة - نظراً لضعف التلقيح الذاتى الطبيعى فيها .

٢ - احتمال حدوث نسبة عالية من التلقيح الذاتى فى سلالات الأمهات عند إنتاج الهجن.

٣ - تورث صفة بروز الميسم غالباً إلى نباتات الجيل الأول الهجين (لأنها صفة سائدة جزئياً) ؛ مما يؤدى إلى ضعف نسبة العقد فيها (عن Gueorguiev & Atanassovo ١٩٨١ أ ، و Scott & George ١٩٨٠أ) وللتغلب على هذه المشكلة .. اقترح استخدام سلالات للآباء تكون فيها الأنبوبة السدائية طويلة ، والميسم بداخلها inserted ، وسلالات للأمهات تكون فيها الأنبوبة السدائية قصيرة والميسم بارزاً منها exerted ؛ بذا .. لايكون الميسم بارزاً من الأنبوبة السدائية فى نباتات الجيل الأول الهجين (عن Scott & George ١٩٨٠ ب) .

هذا .. وأمكن إحداث ظاهرة بروز الميسم من الأنبوبة السدائية - صناعياً - برش البراعم الزهرية قبل تفتحها بنحو ٤ - ٦ أيام بالجبريللين ، بتركيز ١٠٠ر ٪ - ٠٠٥ر مولاراً وهى معاملة لم يكن لها أى تأثير فى حيوية حبوب اللقاح أو البويضات . وقد اختلفت أصناف الطماطم فى استجابتها لهذه المعاملة ، وكان أكثرها استجابة الصنف Indian River (شكل١ - ١٥) ، ووجد أن صفة الاستجابة هذه بسيطة وسائدة (Honma & Bukovac ١٩٦٦) . تفيد معاملة الجبريللين فى تسهيل عملية التلقيح التى يمكن إجراؤها - حينئذ - دونما حاجة إلى عملية الخصى . ولكن يعيب هذه المعاملة أن تأثيرها وقتى ، ويلزم - لكى تكون فعّالة - تكرارها عدة مرات ؛ مما يؤدى إلى إنتاج نمو خضرى غزير غير مرغوب ، ونقص محصول البذرة الهجين التى يُراد إنتاجها .

وقد اقترح Scott & George (١٩٨٠ أ)الاستفادة من ظاهرتى بروز الميسم وعدم تفتح المتوك مجتمعين كبديل لعملية خصى الأزهار عند إنتاج الهجن ؛ واستعملا لذلك



شكل (١-١٥) : زهرة طماطم من الصنف Indian River غير معاملة (على اليسار) ، وأخرى سبقت معاملتها بالجبريللين فى الطور البرعمى (على اليمين) وقد برز فيها الميسم بوضوح من الأنبوبة السدائية .

سلالتين تميزتا بظاهرة بروز المياسم ، إلا أن متوك إحداهما كانت طبيعية (ps^+) ، بينما كانت متوك الأخرى لا تتفتح ولا تنتثر منها حبوب اللقاح (ps) . أجرى الباحثان التلقيحات فى كلا الاتجاهين ، وكانت النتائج كما يلى :

١ - كان إنتاج البذور أعلى ما يمكن عندما لقحت الأزهار وقت تفتحها ، وحينما كان يسود الجو - وقت التلقيح - درجة حرارة ٢٤م ، ورطوبة نسبية مقدارها ٧٠٪ ، وسماء ملبدة بالغيوم .

٢ - كان إنتاج البذور ضعيفاً عندما لقحت الأزهار قبل تفتحها بثلاثة أيام ، وحينما كان يسود الجو - وقت التلقيح - درجة حرارة ٣٢°م ، ورطوبة نسبية ٤٨٪ وسماء صافية .

٣ - كانت نسبة التلقيح الذاتى الطبيعى فى السلالة ذات المتوك غير المتفتحة أقل من ١٪ ، أيّام كان موعد إجراء التلقيح أو الظروف البيئية آنذاك .

٤ - كانت نسبة التلقيح الذاتى الطبيعى فى السلالة ذات المتوك الطبيعية أقل من ٤٪ ،

عندما لقحت أزهارها وقت تفتحها ، و٣٥٪ عندما لقحت قبل تفتحها بثلاثة أيام ، وكانت الظروف البيئية – آنذاك – مناسبة للتلقيح .

الهجن الثلاثية التضاعف

عثر Kagan - Zur وآخرون (١٩٩١) على نبات طماطم عقيم وقوى النمو فى صنف الطماطم الهجين FC1 21 ، وتبين بدراسة عدد الكروموسومات به أنه هجين ثلاثى التضاعف (٣ ن) ، وينحدر من أم أحادية ، وأب ثنائى . ولما كانت نباتات الطماطم الثلاثية عقيمة فى الطبيعة .. فقد اتجه الباحثون إلى دفعها إلى إنتاج ثمار بكرية ؛ بمعاملة أزهارها بمنظم النمو بيتا نفثوكى حامض الخليك . وقد تبين أن الثمار الثلاثية كانت أكبر حجما بمقدار ٥٠٪ ، وأغنى فى محتواها من الحامض النووى دى إن أى بمقدار ٥٠٪ ، ومن البروتين بمقدار ٣٠٪ ، وأفضل طعما من نظيرتها الثنائية ، بينما كان طراز الثمار الثلاثية والثنائية متشابهين فى الصفات الأخرى التى شملتها الدراسة . ويرى الباحثون إمكانية استخدام هذا الهجين الثلاثى لغرض الإنتاج التجارى .

استخدامات الهندسة الوراثية ومزارع الانسجة فى تحسين الطماطم

عرض Fobes (١٩٨٧) التقدم فى مجال الهندسة الوراثية لنبات الطماطم فى مقال موجز ، يتضح فيه أن الطماطم تعد من أفضل النباتات الراقيةالمناسبة لهذه النوعية من الدراسات والتقنيات . وبالرغم من ذلك .. فلم ينتج صنف واحد منها بطريق الهندسة الوراثية حتى تاريخ نشر هذا المقال . ويتوقع الباحث – فضلاً على ذلك – أن تمر سنوات عديدة قبل أن يصبح لدى المزارعين صنف طماطم تجارى محسن منتج بالاستعانة بتقنية الهندسة الوراثيـة .

ومن أهم المميزات التى تجعل الطماطم نموذجاً جيداً لدراسات الهندسة الوراثية مايلى :

١ – سهولة زراعة الطماطم تحت كل من الظروف الطبيعية والمصطنعة.

٢ – اكتشاف وجمع عديد من طفرات الطماطم .

٣ – يوجد كم هائل من النباتات الوراثية فى الأنواع البرية للجنس <u>Lycopersicon</u> .

٤ – سهولة إجراء التلقيحات الذاتية والخلطية ، وإمكانية إنتاج عدة أجيال من الطماطم سنوياً .

٥ – سهولة زراعة خلايا وبروتوبلازم الطماطم ، وسهولة إنتاج نباتات خصبة من هذه المزارع .

٦ – يعرف الكثير عن فسيولوجيا وكيمياء نبات الطماطم .

٧ – تعد الطماطم محصولاً بستانياً هاماً .

وقد أمكن – بانتخاب خلايا الطماطم – إنتاج سلالات مقاومة وراثيا لبعض مسببات الأمراض ومبيدات الحشائش ، ولظروف بيئية خاصة . كما أمكن دمج بروتوبلازم سلالات الطماطم مع بعضها البعض ، ومع أنواع أخرى من نفس الجنس ، ومع نباتات من أجناس أخرى كالبطاطس .

ويمكن تلخيص أهم إنجازات مزارع الخلايا والبروتوبلازم فى الطماطم فيما يلى :

أولا : عزل اختلافات وراثية على مستوى الخلية الواحدة :

استخدمت مزارع الخلايا فى الحصول على نباتات وراثية لعدد من الصفات ؛ منها مايلى :

١ – المقاومة للتركيزات العالية من الألومنيوم ، والبوليثيلين جليكول polyethylene glycol ، وحامض الفيوزاريك Fusaric Acid .. وحصل عليها من مزارع خلايا الطماطم L. esculentum.

٢ – المقاومة للتركيزات العالية من الكادميم Cadmium .. وحصل عليها من مزرعة لعلق خلايا L. peruvianum.

٣ – المقاومة لكل مبيدى الحشائش جلايفوسيت Glyphosate ، وباراكوات Paraquat وحصل عليها من مزارع خلايا الهجين L. esculentum x L. peruvianum.

هذا .. إلا أنه كان من الصعب – غالباً – إنتاج نباتات كاملة من هذه التباينات الوراثية

الخلوية ، وكثيراً ما ظهرت بها حالات من عدم الثبات الكروموسومى ؛ وبذا .. فإن أهمية هذه الاختلافات تعد محدودة بالنسبة لتحسين الطماطم .

ثانياً : إنتاج هجن جسمية بين الطماطم L. esculentum والأنواع الأخرى :

أمكن – بالفعل –إنتاج هجن جسمية ؛ بدمج بروتوبلازم الطماطم مع كل من الأنواع التالية :

L. peruvianum
L. pennellii
S. tuberosum
S. lycopersicoides
S. rickii
S. nigrum
P. hybrida

هذا .. إلا أن هذه الهجن الجسمية لم يكن لها – إلى الآن – شأن فى تحسين الطماطم (عن Hille وآخرين ١٩٨٩) .

وقد أمكن عزل دى إن أى DNA الطماطم ، وتم إخضاعه لتقنيات الهندسة الوراثية . كما أمكن إخضاع الطماطم للتحويل الوراثى genetic trandformation ؛ حيث أدخل فيها دى إن أى غريب على نبات الطماطم من عدة مصادر بعدة وسائل ، منها طرق الحقن الدقيق microinjection ، وبواسطة النوعيين البكتيريين Agrobacterium tumefacines ، و A. rhizogenes ، وأمكن – باستخدام البكتيريا A. tumefacines – إدخال جينات فى الطماطم من أصناف أخرى من الطماطم ، ومن أنواع أخرى مختلفة ؛ مثل البقوليات ، والباذنجانيات الأخرى ، والذرة ؛ فضلاً على نقل جينات إلى الطماطم من بعض الأنواع البكتيرية والفيروسات .

ومن أكبر المشاكل التى تواجه تقنيات الهندسة الوراثية للطماطم – حالياً – اكتشاف الجينات التى تهم المربى بالدرجة الأولى وعزلها وتداولها ، وإدخالها فى سلالات الطماطم

المرغـوبة فى النسـيج المناسب ، وفى المكان المناسب ، وفى الوقت المناسب ، وبالجـرعـة المناسبة .. وجميعها أمور يعكف على دراستها الباحثون فى مختبرات الهندسة الوراثية ؛ كوسيلة من وسائل تربية وتحسين الأصناف التجارية (عن Fobes ١٩٨٧) .

هذا .. وقد لخص Hille (١٩٨٩) أهم إنجازات الهندسة الوراثية – فى الطماطم – فى عدد من حالات التحول الوراثى ، أدخلت فيها الجينات التالية :

١ – المقاومة للكاناميسين Kanamycin .

٢ – المقاومة لمبيدى الحشائش glyphosate ، و L-phosphinothricin .

٣ – (الجينات المسئولة عن) تصنيع الغلاف البروتينى للفيروسين TMV ، و AMV؛ بغرض الحماية من الإصابة بهما .

٤ – (الجين المسئول عن) تركيب البروتين فى الكلوروبلاستيدات .

٥ – المقاومة للحشرات .. وقد أمكن – فى هذا المقام – تعرف جين معين فى البكتيريا Bacillus thuringiensis ، هو المسئول عن تصنيع مركب بروتينى (poly peptide) سام لعدد من الحشرات . وقد عزل هذا الجين وأدخل فى الخلايا النباتية ، وكانت النباتات الناتجة منها مقاومة لتغذية يرقات هذه الأنواع الحشرية .

الطماطم : التربية لتحسين المحصول وصفات الجودة

التربية للمحصول المرتفع●

المحصول المبكر

يجرى الانتخاب للتبكير فى النضج على أحد الأسس التالية :

١ - التبكير فى الإزهار أو العقد ، أو نضج الثمار قبل موعد معين يتم تحديده سلفاً (على أساس نقص المعروض من الطماطم فى الأسواق خلال فترات معينة) ، أو مقارنة بأى صنف آخر يكون من الأصناف القياسية المبكرة ، أو التى تزرع على نطاق واسع .

٢ - كمية المحصول المبكر الذى يتحدد - عادة - على أحد الأسس التالية :

أ - المحصول الذى يتم حصاده خلال الخمسة عشر يوماً الأولى من موسم الحصاد .

ب - محصول الجمعتين أو الجمعات الثلاث الأولى .

ج - المحصول الذى يتم حصاده قبل بداية الحصاد من الصنف القياسى .

د - المحصول الذى يتم حصاده قبل تاريخ معين .

وتوجد مقاييس أخرى لتحديد المحصول المبكر . وعموماً .. فإن المربى يأخذ منها ما يناسبه.

وقد درس الارتباط بين التبكير فى النضج وصفات نباتية أخرى ؛ بهدف الانتخاب لصفة التبكير دونما حاجة إلى الانتظار لحين نضج المحصول . فمثلاً .. وجد Pandita & Andrew (١٩٦٧) ارتباطاً معنوياً سالباً بين محتوى الورقة من عنصر الفوسفور ،

وعدد الأيام حتى النضج ، وذلك فى عدد من أصناف الطماطم التى تختلف فى موعد نضجها . كان الارتباط - فى النباتات الصغيرة التى يبلغ عمرها ٦ - ٨ أسابيع - أكبر مما فى النباتات الأكبر التى يبلغ عمرها ١٠ - ١٢ أسبوعاً . واقترح الباحثان الانتخاب لصفة التبكير فى النضج ، بتحليل مستوى الفوسفور فى أوراق النباتات - وهى فى مرحلة مبكرة من نموها - بدلاً من الانتظار لحين نضج الثمار . هذا .. وقد وجد الباحثان ارتباطاً وثيقاً مماثلاً فى محصول الخس .

وتبعا لـ Boswell (١٩٣٧) .. فإن موعد النضج صفة كمية يتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى - غالباً - نظراً لأن نباتات الجيل الأول تكون وسطاً بين الأبوين ، بينما تظهر كل التدرجات فى موعد النضج فى نباتات الجيل الثانى . ويعتبر التبكير فى النضج من الصفات المنخفضة فى درجة توريثها ؛ حيث قدرت على النطاق العريض (Broad Sense Heritability) بنحو ٢١٪ (Cuartero & Cubero ١٩٨٢) .

المحصول الكلى

إن صفة المحصول - كما هو معلوم - صفة كمية مركبة . ويذهب بعض مربى النبات إلى اعتبار أن المحصول هو محصلة فعل جميع الجينات التى يحملها النبات ، وهو قول لا يذهب بعيداً عن الواقع . ولكن تتفاوت الصفات النباتية - كثيراً - من حيث تأثيرها فى المحصول . ولا يمكن معرفة الحجم الحقيقى لتأثير كل جين إلا بإنتاج سلالات تختلف فى أليلات هذا الجين - بينما تكون أصولها الوراثية متشابهة (isogenic lines) - ثم مقارنة محصولها .

ومن أبرز الأمثلة على الصفات المؤثرة فى المحصول برغم أنها لا تذكر - عادة - فى هذا الشأن صفتا النمو المحدود مقابل النمو غير المحدود ، والنمو الطبيعى مقابل النمو المتقزم .. علما بأن كلتيهما صفة بسيطة يسود فيها النمو غير المحدود والمتقزم على التوالى. كما يتوقع أن يكون لصفات الورقة تأثيرات متباينة على المحصول الكلى للنبات ، ومن أمثلتها : صفات اللون الأخضر مقابل اللون الأخضر المصفر ، والطبيعية المظهر مقابل الذابلة wilty ، والعادية الشكل مقابل الشبيهة بورقة البطاطس .. علما بأن جميعها صفات بسيطة يسود فيها اللون الأخضر ، والمظهر والشكل الطبيعيين على التوالى . هذا .. بينما لا يتوقع أن يكون لصفات أخرى أى تأثير على المحصول ؛ مثل صفة لون ساق البادرة

الأرجوانى مقابل اللون الأخضر ، وهى صفة بسيطة يسود فيها اللون الأرجوانى .

هذا .. إلاّ أنه عند التربية للمحصول .. فإن جلّ اهتمام المربى ينصب إما على المحصول الكلى مباشرة ، وإما على مكونات هذا المحصول - كل على حدة - وإما على الصفات الفسيولوجية التى يكون لها دور مباشر فى التأثير فى المحصول .

ومن أهم مكونات المحصول فى الطماطم : عدد العناقيد الزهرية ، وعدد الأزهار بكل عنقود ، ونسبة العقد (أو عدد الثمار بكل عنقود) ، ومتوسط وزن الثمرة . وكما هو متوقع .. فإن درجة توريث المحصول تكون منخفضة جداً إذا لم تؤخذ - فى الحسبان - مكونات هذا المحصول ، أو الصفات الفسيولوجية التى تؤثر فيه كل على انفراد . فمثلا .. قدرت درجة توريث المحصول على النطاق العريض فى إحدى الدراسات بنحو ١٠٪ فقط . وفى المقابل .. ارتفعت درجة التوريث المقدّرة لعدد الثمار بالنبات إلى نحو ٦٣ ٪ (Cuartero & Cubero ١٩٨٢ ، و Yassin ١٩٨٨) . كذلك حُصل على تقديرات عالية بلغت ٦٧ ٪ لدرجة التوريث على النطاق العريض لصفة عدد الأوراق بين العناقيد ، وهى - كسابقتها - صفات ترتبط بصفة المحصول الذى يزيد بزيادة عدد الثمار بالنبات ، وبنقص عدد الأوراق بين عنقودين زهريين .

وتفيد دراسة الأساس الفسيولوجى للمحصول فى إمكانية الربط بين المحصول المرتفع ومختلف العمليات الفسيولوجية ، التى تسهم بدور فعال فى إنتاج هذا المحصول فى السلالات المختلفة ؛ وبذا تتضح الرؤية أمام المربى ، الذى يسعى - بناء على هذه المعلومات إلى جمع تلك الصفات الفسيولوجية فى تركيب وراثى واحد يكون أعلى محصولاً من أى من السلالات المستخدمة فى إنتاجه منفردة . ويتبين - فيما يلى - الاتجاه السائد فيما يتعلق بهذه النوعية من الدراسات :

- وجدت اختلافات كبيرة بين أصناف الطماطم فى كفاءتها فى عملية البناء الضوئى . كما تبين وجود علاقة فى بعض سلالات الطماطم بين كفاءة عملية البناء الضوئى وبعض صفات الورقة المورفولوجية والتشريحية والفسيولوجية . وكانت أكثر الصفات دلالة على مدى كفاءة عملية البناء الضوئى هى محتوى الأوراق من الكلوروفيل ؛ حيث بلغ معامل الارتباط (r) بين الصفتين ٦٩ر .

- أظهرت الدراسات الوراثية أن صفتى كفاءة البناء الضوئى والمحتوى الورقى المرتفع

من الكلوروفيل يتحكم فيهما - معاً - جين واحد ؛ وهو ما يعنى أن انتخاب النباتات ذات الأوراق الخضراء القاتمة يعنى - تلقائياً - انتخاب التراكيب الوراثية ذات الكفاءة التمثيلية العالية . وقد تبين - كذلك - أن تلك الكفاءة العالية كانت مرتبطة بزيادة كبيرة فى كمية ونشاط إنزيم ribulose, 1 - 5 - biphosphate carboxylase

- تبين أن كفاءة انتقال الغذاء المجهز - من الأوراق إلى الثمار - كانت منخفضة نسبياً فى أصناف الطماطم غير المحدودة النمو ، التى انتقل فيها أقل من ٢٠ ٪ من الكربون المشع (^{١٤}ك) فى خلال فترة ٢٤ ساعة . كما اتضح أن أصناف الحصاد الآلى القديمة كانت - هى الأخرى - قليلة الكفاءة فى نقل الغذاء المجهز إلى الثمار . وأمكن التغلب على هذه المشكلة بتحسين دليل الحصاد harvest index ، وبزيادة كفاءة الثمار فى استقبال الغذاء المجهز . ويظهر ذلك بوضوح فى أصناف الحصاد الآلى الحديثة العالية المحصول ، التى تعقد ثمارها وتنضج فى وقت واحد .

- اتضح أن ثمار الطماطم لديها قدرة محدودة على تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون بها ، بالرغم من أن أديم الثمرة غير منفذ للغازات ؛ فقد وجد أن نسبة المادة الجافة التى تُصنّع بالثمار ذاتها تصل إلى ١٠ - ١٥ ٪ من تلك التى توجد بها . كما لوحظ أن ثمار الأصناف ذات المحتوى الكلوروفيللى المرتفع قبل النضج كانت - أحياناً - ذات محتوى عالٍ من المواد الصلبة الذائبة الكلية وحامض الأسكوربيك بعد النضج . إلا أنه نظراً لأن معظم الطفرات المعروفة التى تؤثر فى لون الثمار غير الناضجة تؤثر كذلك فى مستوى الكلورفيل فى النموات الخضرية ؛ لذا يصعب تحديد الدور الذى تلعبه الثمار فى تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون بها .

- ربما كان من الممكن زيادة المحصول بالانتخاب لصفة المعدل المنخفض للتنفس فى الثمار ، خاصة بعد اكتشاف اختلافات وراثية فى مستوى نشاط إنزيم ribulose , 1 - 5 - biphosphate carboxylase - المؤثر فى معدل التنفس - فى الثمار (عن Stevens & Rudich ١٩٧٨) .

- أظهرت دراسة أجريت على ١٥ صنفاً من الطماطم ، و ١٠٤ من هجين الجيل الأول بينها .. وجود اختلافات جوهرية جدا فى القدرة العامة على التآلف بين الآباء فى جميع الصفات التى درست (وهى الكفاءة التمثيلية ، ونسبة المساحة الورقية ، والمساحة الورقية

الخاصة) ، واختلافات جوهرية فى القدرة الخاصة على التآلف لبعض الصفات . كما ظهرت ارتباطات سالبة قوية بين القيم المُقَدَّرة للقدرة العامة على التآلف لكل من الكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate مع نسبة المساحة الورقية Leaf Area Ratio ، والكفاءة التمثيلية مع المساحة الورقية الخاصة Specific Leaf Area . وتبين كذلك وجود ارتباط موجب قوى بين القيم المُقَدَّرة للقدرة العامة على التآلف لنسبة المساحة الورقية مع المساحة الورقية الخاصة (Smeets & Garretsen ١٩٨٦) .

– أظهرت دراسة أخرى على نفس الأصناف والهجن السابقة وجود اختلافات جوهرية فى كل من القدرة العامة على التآلف والقدرة الخاصة على التآلف بالنسبة لصفات : صافى البناء الضوئى net photosynthesis ، والتنفس الظلامى dark respiration ، والوزن الورقى الطازج الخاص specific leaf fresh weight ، ومقاومة الثغور stomatal resisance) Van De Dijk ١٩٨٧) ؛ وجميعها صفات تسهم بدرجات متفاوتة فى تحديد المحصول الكلى للنبات .

التربية لتحسين صفات الجودة

حجم الثمرة

يختلف الحجم المناسب لثمرة الطماطم باختلاف ذوق المستهلك . ويفضل المستهلك العربى –عادة– الثمار المتوسطة إلى الكبيرة الحجم التى يتراوح وزنها من ١٠٠ – ١٣٠جم. أما أصناف التصنيع .. فإن ثمارها تكون – غالباً – صغيرة الحجم .

تدل الدراسات التى أجريت على حجم أو وزن ثمرة الطماطم أن تلك الصفة كمية يتحكم فيها عدة جينات تؤثر فى كل من عدد وحجم خلايا الثمرة . ولكن اختلفت نتائج الدراسات بشأن طبيعة تأثير هذه الجينات ؛ فذكر بعض الباحثين أن تأثيرها إضافى additive بصفة رئيسية ، بينما ذكر آخرون خلاف ذلك . ففى دراسة وراثية أجريت على سلالتين من الطماطم هما : Mo . accession 223 التى يبلغ متوسط وزن ثمارها ٣ و ٢٣ جم ، و I - 1 - 417 التى يبلغ متوسط وزن ثمارها ٤و١٦٧ جم .. وجد أن عدد الجينات التى تتحكم فى متوسط وزن الثمرة يتراوح من ١١ – ٢٠ زوجاً ، وكانت صفة الثمار الصغيرة سائدة جزئياً ، بينما كانت الجينات ذات تأثير هندسى متجمع geometrically cumulative . وقد قدرت درجة توريث هذه الصفة على النطاق العريض بنحو ٢٩ ٪ ، إلا أن هذا التقدير

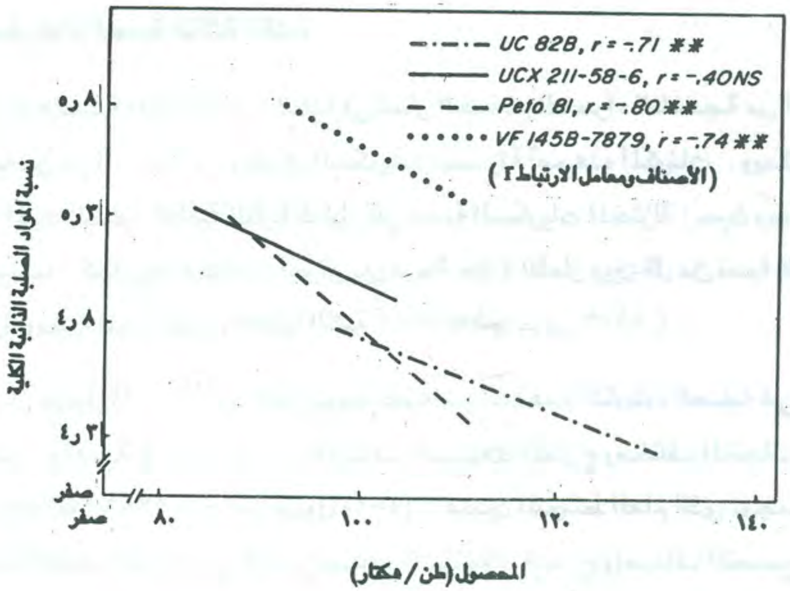
ارتفع إلى ٧١٪ فى دراسة أخرى (Cuartero & Cubero ١٩٨٢) .

والملاحظ أن عدد حجرات الثمرة يتراوح عادة من ٢ - ٣ حجرات فى أصناف التصنيع ذات الثمار الصغيرة ، بينما يزيد العدد على ذلك فى أصناف الاستهلاك الطازج ذات الثمار الأكبر حجما . كما يكون عدد الحجرات منخفضاً كذلك فى الأصناف ذات الثمار الكريزية الشكل الصغيرة الحجم . وتبعاً لـ Boswell (١٩٣٧) .. فإن العدد المنخفض للحجرات (حجرتان / ثمرة) صفة بسيطة سائدة . إلا أن الدراسات الحديثة نسبياً تظهر أن عدد الحجرات بالثمرة صفة كمية تقدر درجة توريثها على النطاق العريض بنحو ٦٦٪ .

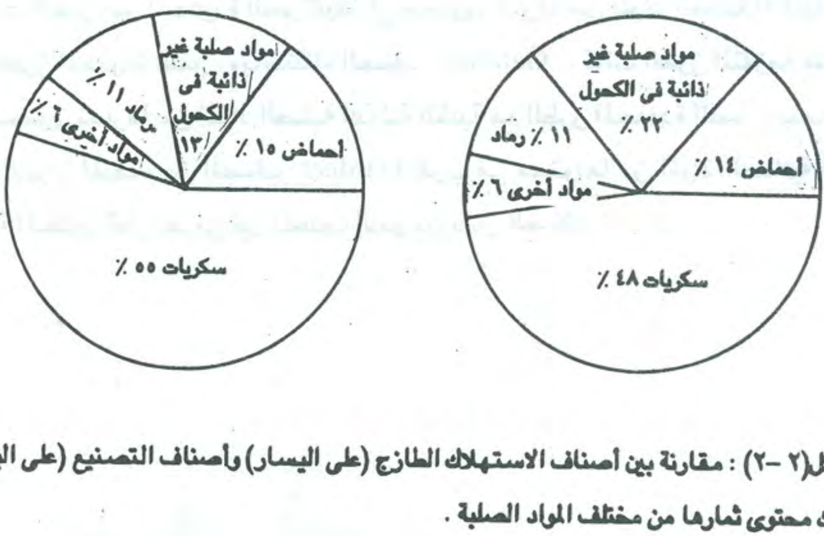
نسبة المواد الصلبة بالثمار

تتكون المواد الصلبة الكلية total solids من كل مكونات الثمرة فيما عدا الماء والمواد القابلة للتطاير التى تفقد أثناء التجفيف . ويعد الرفر اكتومتر أكثر الأدوات استخداماً لقياس نسبة المواد الصلبة ، وتعرف القيم التى تقدر بهذا الجهاز باسم المواد الصلبة الذائبة الكلية total soluble solids ، وهى ترتبط بشدة بالمواد الصلبة الكلية . يشكل الفراكتوز والجلوكوز (وهما من السكريات المختزلة) نسبة عالية من المواد العضوية فى ثمرة الطماطم . وكلما زادت نسبة المواد الصلبة الكلية .. زادت نسبة السكريات المختزلة إلى المواد الصلبة الكلية . ولكن تشذ هذه القاعدة عندما ينتخب المربى صفة الثمار الصلبة التى تزيد فيها نسبة المواد الصلبة غير الذائبة insoluble solids .

وبالرغم من كثرة الجهود التى بذلها مربى الطماطم لإنتاج أصناف أعلى محتوى من المواد الصلبة الكلية ، إلا أن هذه المحاولات لم تكن ناجحة - عادة - بسبب وجود علاقة سالبة بين المحصول ومحتوى الثمار من المواد الصلبة (شكل ٢ -١) ، وبسبب تأثر المواد الصلبة بعديد من العوامل الأخرى ؛ مثل : الرطوبة الأرضية ، وقوام التربة ، ودرجة الحرارة، وشدة الإضاءة ، ومقاومة الأمراض . فمثلا .. تؤثر الأمراض التى تصيب الجهاز الوعائى فى نسبة المواد الصلبة بدرجة أكثر من الاختلافات بين التراكيب الوراثية فى هذه الصفة . ويبين شكل (٢ - ٢) التباينات بين أصناف الاستهلاك الطازج وأصناف التصنيع فى محتوى ثمارها من مختلف المواد الصلبة .



شكل (٢-١) : العلاقة بين المحصول ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية ومعامل الارتباط (r) بينهما لاربعة أصناف من الطماطم .



شكل(٢ -٢) : مقارنة بين أصناف الاستهلاك الطازج (على اليسار) وأصناف التصنيع (على اليمين) من حيث محتوى ثمارها من مختلف المواد الصلبة .

نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية

تتراوح نسبة المواد الصلبة الكلية فى ثمار الطماطم الحمراء الناضجة من الأصناف العادية من ٥ر٤ - ٥ر٦ ٪ ، وتشكل السكريات المختزلة أهم هذه المكونات . ويمكن اتخاذ نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية كدليل على نسبة السكريات المختزلة ؛ حيث وُجد ارتباط قوى بينهما ؛ كما وجد ارتباطان آخران بين درجة حلاوة الثمار وبين كل من نسبة السكريات المختزلة ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (Stevens وآخرون ١٩٧٩) .

ويبين جدول (٢ -١) المدى الذى توجد عليه مختلف هذه المكونات الصلبة فى أصناف الطماطم ، وأهمية كل منها بالنسبة لأصناف الاستهلاك الطازج ومختلف المنتجات المُصنّعة عن (Stevens ١٩٨٦ أ) . أما جدول (٢-٢) .. فيبين المتوسط العام الذى توجد عليه كل من هذه المكونات الصلبة فى كل من أصناف الاستهلاك الطازج وأصناف التصنيع ، ومدى التحسين الذى يمكن الوصول إليه فى هذه الصفات بالتربية (عن Stevens ١٩٨٦ ب) .

توجد علاقة بين طبيعة نمو نبات الطماطم ونسبة المواد الصلبة بثماره . ويبين جدول (٢ -٣) تلك العلاقة لثلاثة أصناف من الطماطم ، أنتج من كل منها - بطريقة التهجين الرجعى - ثلاث سلالات تختلف فى طبيعة نموها ، هى : المحدودة النمو (تحتوى على الجين sp) ، وغير المحدودة النمو (تحتوى على الجين (+sp) و المتقزمة (تحتوى على الجين d) . أظهرت الطرز غير المحدودة النمو تفوقاً فى محتوى ثمارها من المواد الصلبة الذائبة الكلية عن الطرز المحدودة النمو . وباستثناء الصنف Gardner .. كانت الطرز المتقزمة متشابهة فى محتوى ثمارها من المواد الصلبة الذائبة الكلية مع الطرز المحدودة النمو ، بينما كانت ثمار الطراز المتقدم من الصنف Gardner أقرب فى محتواها من المواد الصلابة الذائبة الكلية لمحتوى ثمارالطراز غير المحدود النمو من نفس الصنف .

جدول (٢-١) : المدى الذى توجد عليه المكونات الصلبة فى أصناف الطماطم ، وأهمية كل منها بالنسبة لأصناف الاستهلاك الطازج ، ومختلف المكونات المُصنّعة .

المكونات الصلبة	المدى فى الثمار الناضجة الحمراء من الأصناف العادية	أهمية مختلف المواد الصلبة بالنسبة لكل من: الطماطم الطازجة	العصير	الصلصة (المعجون)
المواد الصلبة الكلية	٥ ر٤ - ٥ ر٦ ٪			
السكريات	٠ ر٢ - ٧ ر٣ ٪	الطعم : يتحدد بكل من	الطعم	تتناسب كمية المنتج (من وحدة
الجلوكوز	٩ ر٠ - ٧ ر١ ٪	محتوى السكريات المرتفع		الوزن من الثمار) طردياً
الفراكتوز	١ ر١ - ٠ ر٢ ٪	مع نسبة معينة من		مع نسبة السكريات
السكروز	صفر - ١ ر٠ ٪	السكريات إلى الأحماض		
المواد غير الذائبة فى الكحول	٧ ر٠ - ٥ ر٢ ٪	الصلابة والقوام	اللزوجة	اللزوجة العالية رزيادة محصول
الـ polygalacturonides	٣ ر٠ - ٢ ر١ ٪	والصلاحية للتخزين		النتجات التى تعتمد عليها كالكاتشب
الـ polysaccharides	٤ ر٠ - ٦ ر١ ٪			
الرماد	٥ ر٠ - ٧ ر٠ ٪	البوتاسيوم : منظم هام وضرورى للحموضة	مثل الثمار الطازجة	مثل الثمار الطازجة
		الفوسفور : منظم هام		
		الكالسيوم : الصلابة		
الأحماض	٧٠-١٣٠ مليكمافئاً/لتر	أهم المكونات الصلبة	الطعم وقلة النشاط	قلة النشاط الميكروبى بسبب
الستريك	٦٥-١٢٠ مليمكافئاً/لتر	تأثيراً على الطعم	الميكروبى بسبب	انخفاض الـ pH
الماليك	٦-٢١ مليمكافئاً/لتر		انخفاض الـ pH	
المواد الكاروتينية	٤٠-٦٥ ميكروجراماً/جم	اللون	اللون	يؤثر اللون على نوعية وكمية المنتج
الليكوبين	٣٥-٦٠ ميكروجراماً/جم			
البيتا - كاروتين	٣-٨ ميكروجراماً/جم			
المواد القابلة للتطاير أكثر من ١٠٠ مركب	١٠ ميكروجرامات/جم	الطعم المميز	الطعم	تفقد جميع المركبات الأصلية أثناء التركيز ، ويتكون غيرها أثناء التخزين

جدول (٢-٢) : المتوسط العام لمختلف المكونات الصلبة فى كل من أصناف الاستهلاك الطازج وأصناف التصنيع ، ومدى التحسين الذى يمكن الوصول إليه فى هذه الصفات بالتربية .

المواد الصلبة	أصناف الاستهلاك الطازج		أصناف التصنيع		المصادر الوراثية لتحقيق المستوى المرغوب
	الحالى	الممكن	الحالى	الممكن	
الكلي	٨ ره ٪	٥ ر٧ ٪	٧ ره ٪	٥ ر٧ ٪	L. chmielewskii L. cheesmanii
السكريات المختزلة	٢ ر٣ ٪	٣ ر٤ ٪	٧ ر٢ ٪	٩ ر٣ ٪	L. chmielewskii L. cheesmanii
المواد غير الذائبة فى الكحول	٧ ر٠ ٪	٢ ر١ ٪	٢ ر١ ٪	٦ ر١ ٪	Florida 9039 وسلالات أخرى صلبة جداً
الأحمض الكلية	٨ ر٠ ٪	٩ ر٠ ٪	٧ ر٠ ٪	٩ ر٠ ٪	PI263713 وسلالات أخرى عالية الحموضة
المواد الكاروتينية	٤٠ ميكروجرام/جم	٨٠ ميكروجرام/جم	٤٨ ميكروجرام/جم	٨٠ ميكروجراما/جم	الجين dg
البيتا – كاروتين	٥ ميكروجرام/جم	١٠ ميكروجرامات/جم	٥ ميكروجرامات/جم	١٠ ميكروجرامات/جم	الجين dg

جدول (٢-٣) : تأثير طبيعة النمو على نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثمار ثلاثة أصناف من الطماطم .

طبيعة النمو	نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الأصناف		
	Gardner	Fireball	Cornell 54 - 149
محدودة النمو	٧٣ ر ٤	٥٠ ر ٤	٠٠ ر٥
غير محدودة النمو	٤٠ ر ٥	٢٣ ر ٥	٦٧ ر٥
متقزمة	٣٣ ر ٥	٤٣ ر ٤	٠٧ ر٥

وجدت كذلك علاقة عكسية بين حجم ثمرة الطماطم ونسبة المواد الصلبة بها . ولعل مرد ذلك إلى كون ثمرة الطماطم تنمو بزيادة حجم خلاياها ؛ نظراً لأن عدد الخلايا لا يتغير إلا

قليلاً جدا أو لا يتغير إطلاقاً ، ابتداءً من بعد العقد بفترة وجيزة إلى حين اكتمال نضج الثمرة . وقد تتحقق هذه الزيادة فى حجم الخلايا بزيادة محتواها من الرطوبة .

ومن أكبر مشاكل التربية - لزيادة محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية - أن تلك الصفة ترتبط سلبياً مع كل من :

١ - مستوى الحموضة فى الثمار .. بينما تكون الحموضة العالية ضرورية مع مستوى السكر المرتفع ؛ لكى يكون طعم الثمار جيداً ؛ فيجب ألا تقل نسبة السكريات إلى الأحماض (الحموضة المعايرة كنسبة مئوية من حامض الستريك) عن ٥ر٨ : ١ ، بشرط ألا تقل نسبة السكريات عن ٣ ٪ .

٢ - المحصول .. ويبلغ معامل الارتباط (r) بينهما ٩٥ ر٠ (عن Stevens & Rudich ١٩٧٨).

٣ - التبكير فى النضج .

ومن أهم مصادر صفة المحتوى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة فى الجنس Lycopersicon ما يلى :

١ - بعض أصناف وسلالات الطماطم التى تتراوح النسبة فيها من ٢و٧ - ٢و١٠ كما يلى :

الصنف أو السلالة	نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية
STEP 375	٢ر٧
Century	٤ر٧
Yellow Pear	٥ر٧
Atkinson	٦ر٧
Piecore	٥ر٩
P. I . 272649	٢ر١٠

٢ - بعض سلالات النوع L. pimpinellifolium التى يزيد محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية على ضعف النسبة العادية التى توجد فى أصناف الطماطم (عن Ro

. (١٩٧٤ binson

٣ - النوع L. chmielewskii الذى تبلغ نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثماره نحو ١٠٪ . وقد أمكن بالتهجين بين هذا النوع والطماطم إنتاج سلالات جديدة عالية فى كل من صفتى المحصول ومحتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية ؛ مثل السلالة UC 58 - 211 ، التى تتفوق على الصنفين القياسيين UC 82 (ذو المحصول المرتفع ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية المنخفضة) ، و VF 145 - B - 7879 (ذو المحصول المنخفض ونسبة المود الصلبة الذائبة الكلية المرتفعة) (عن Rick ١٩٧٧ أ) .

٤ - النوع L. cheesmanii .

وقد تبين لدى مقارنة الصنف القياسى VF 145 - B - 7879 بالسلالة LA 1563 - التى تعد أعلى محتوى من المواد الصلبة الذائبة الكلية عن الصنف القياسى - أن الفرق بينهما فى هذه الصفة يظهر مع بداية اليوم العاشر من تفتح الزهرة ، ويستمر خلال كل مراحل نمو ونضج الثمرة . ويعنى ذلك إمكان إجراء الانتخاب مبكراً لهذه الصفة ما دامت النباتات المنتخبة قد قورنت بصنف قياسى (Hewitt & Stevens ١٩٨١) .

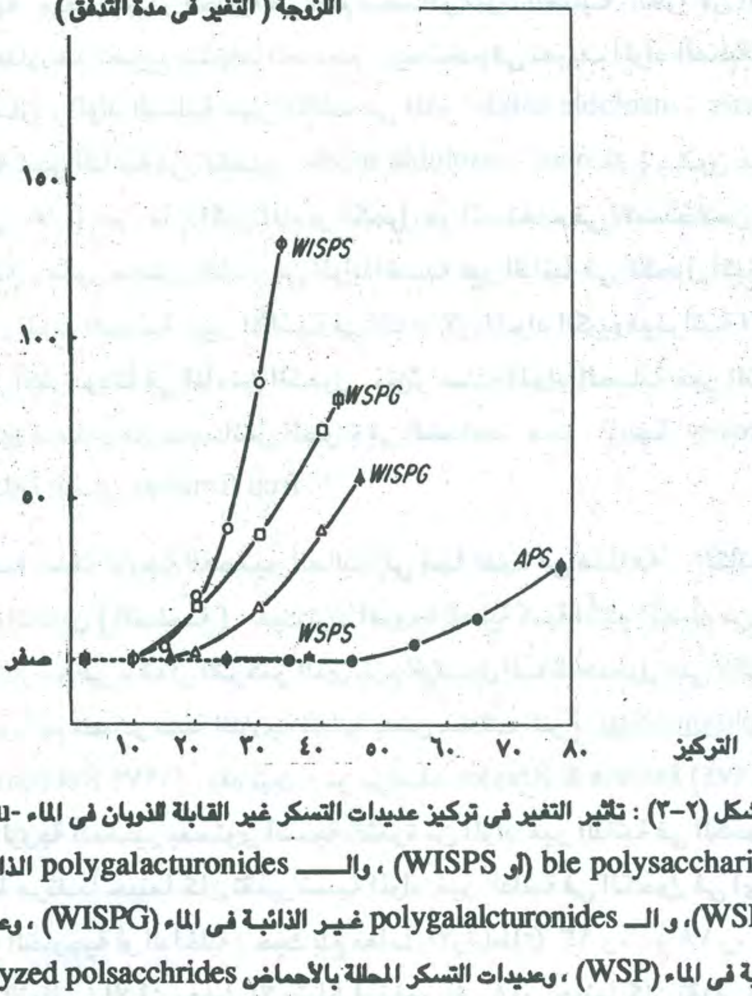
أما عن وراثة صفة المحتوى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة الكلية .. فقد تبين من إحدى الدراسات الوراثية - التى استخدمت فيها سلالتا الطماطم : Mo . 223 التى تبلغ نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بها ٦٫٧ ٪ ، و I - 417 - 1 التى تنخفض فيها النسبة إلى ٤٫٦ ٪ - أن تلك الصفة يتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية ، وأن درجة توريثها تقدر بنحو ٥٩ ٪ على النطاق العريض ، و٣٥ ٪ على النطاق الضيق Narrow) (Sense Heritability (Ibarbia & Lambeth ١٩٦٩) . وفى دراسة أخرى استخدم فيها الصنفان : U C 82 ، و Large Red Cherry . وجد أن صفة المحتوى المرتفع من المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الصنف الأخير سائدة جزئياً ، ويتحكم فيها زوجان من المورثات ؛ بينما كانت درجة التوريث المقدرة على النطاق العريض ٦٨ ٪ ، وعلى النطاق الضيق ٢٦ ٪ (Hassan وآخرون ١٩٨٧) . ونتائج هاتين الدراستين متقاربة إلى حد كبير . إلا أن Canti وآخرين (١٩٨٨) وجدوا أن درجة توريث هذه الصفة منخفضة ، وأنه تظهر بها تأثيرات الإضافة ، أو السيادة ، وتفاعل الإضافة x الإضافة ، ومستويات أعلى من التفاعل.

المواد الصلبة غير الذائبة ، ولزوجة العصير وصلابة الثمار

تتكون المواد الصلبة غير الذائبة فى ثمار الطماطم – أساساً – من الجلد ، والبنور ، والجدر الخلوية . وتعد الجدر الخلوية هى أهم مصادر المواد الصلبة ؛ نظراً لأن الجلد والبنور يستبعدان عند تصنيع منتجات الطماطم . ويستخدم فى تعريف المواد الصلبة غير الذائبة الاسمان : المواد الصلبة غير الذائبة فى الماء water - insoluble solids ، والمواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول alcohol - insoluble solids (يكون عادة كحول إيثيلى ٨٠٪) حسبما إذاكان الماء أو الكحول هو المستخدم فى الاستخلاص على التوالى . وعادة .. يكون محتوى الثمار من المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول أكبر من محتواها من المواد الصلبة غير الذائبة فى الماء ؛ لأن المواد الكربوهيدراتية الأقل تعقيداً تكون أكثر ذوباناً فى الماء من الكحول . وتؤثر نسبة المواد الصلبة غير الذائبة على خاصيتين هامتين من خصائص الجودة فى الطماطم ؛ هما : لزوجة viscosity العصير ، وصلابة الثمار fruit firmness .

نرجع أهمية صفة لزوجة العصير العالية إلى أنها تفيد فى صناعة الكاتشب Katchup ، والمعجون (الصلصة) ؛ حيث تزيد اللزوجة العالية كمية المُنتج المُصنّع من وزن معين من الثمار ، وعلى مقدار التركيز الذى يلزم الوصول إليه للحصول على الكثافة المرغوبة . ومن أهم مصادر صفة اللزوجة العالية بعض سلالات النوع L. pimpinellifo-lium (عن Robinson ١٩٧٤) . وقد تبين – من دراسات Janoria & Rhodes (١٩٧٤) – ارتباط صفة لزوجة العصير بمحتوى أنسجة الثمرة من المواد غير الذائبة فى الكحول . وكان الارتباط مرتفعاً حينما كان تقدير نسبة المواد غير الذائبة فى الكحول فى أى من الجدر الثمرية الخارجية أو الداخلية ؛ حيث بلغ معامل الارتباط(r) ٩٣ ر٠ ، و ٧٨ ر٠ فى الحالتين على التوالى ؛ إلا أن معامل الا رتباط انخفض إلى ١٨و. حينما كان تقدير المواد غير الذائبة فى الكحول فى المساكن . وفى جانب آخر .. أوضحت الدراسة عدم وجود أية علاقة بين لزوجة العصير أو محتوى الثمار من المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول وبين أى من صفات حجم الثمرة ، أو شكلها ، أو صلابتها ، أو محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية ، أو نسبة الأنسجة الخارجية أو الداخلية ، أو نسبة المساكن بها . وقد فَصلَ Stevens & Paulson (١٩٧٦) المواد غير الذائبة فى الكحول إلى خمسة مكونات – هى

المبينة فى شكل (٢ -٣) - ووجد أن زيادة نسبة عديدات التسكر غير القابلة للذوبان فى الماء أحدثت أكبر زيادة فى لزوجة العصير ، بينما كانت نسبة الـ polygalacturonides الذائبة فى الماء ، ونسبتها غير الذائبة فى الماء وسطاً فى تأثيرهما .



شكل (٢-٣) : تأثير التغير فى تركيز عديدات التسكر غير القابلة للذوبان فى الماء water insoluble polysaccharides (أو WISPS) ، والـ polygalacturonides الذائبة فى الماء (WSPG)، و الـ polygalalcturonides غير الذائبة فى الماء (WISPG) ، وعديدات التسكر الذائبة فى الماء (WSP) ، وعديدات التسكر المحللة بالأحماض acid hydrolyzed polsacchrides (أو APS) على لزوجة عصير الطماطم .

وفى دراسة وراثية استخدم فيها صنف مرتفع (هو V F 109) وآخر منخفض (هو Campbell 146) فى نسبة المواد غير القابلة للذوبان فى الكحول .. وجد أن تلك الصفة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ، وأن درجة توريثها عالية ؛ حيث قدرت بنحو ٨٤٪ على النطاق العريض ، وبنحو ٦٢ ٪ على النطاق الضيق . كما أظهرت الدراسة أن الارتباط

بين صفتى لزوجة العصير ومحتواه من المواد غير القابلة للنوبان فى الكحول كان عالياً ، سواء أكان هذا التقدير مظهرياً ، أم وراثياً . وقد قدرت قيمة الارتباط الوراثى (rG) بنحو ٨٩ ر. كما تبين أن الكفاءة النسبية للانتخاب relative selection efficiency غير المباشر لصفة اللزوجة العالية - عن طريق الانتخاب للمحتوى المرتفع من المواد الصلبة غير القابلة للنوبان فى الكحول - كانت عالية ؛ حيث قدرت بنحو ١١٤ ٪ مقارنة بالانتخاب المباشر لصفة اللزوجة (Janoria وآخرون ١٩٧٥) . وفى دراسة أخرى (Stevens ١٩٧٦) .. وجد أن صفة اللزوجة العالية يتحكم فيها ٣ أزواج من العوامل الوراثية على أكثر تقدير ، وكانت درجة توريثها مرتفعة ؛ حيث قدرت بنحو ٦٨ - ٧٥٪ ، وكان التأثير الإضافى هاماً فى وراثة هذه الصفة . وتعتبر تلك النتائج متقاربة - إلى حد كبير - مع نتائج الدراسة السابقة .

وعلى نفس النمط .. فإن صلابة الثمار ترتبط - هى الأخرى - إيجابياً بمحتوى الثمار من المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول - خاصة البكتين والسيليلوز - وقد تبين من دراسات Al - Falluji وآخرين (١٩٨٢) أن الأنسجة اللحمية بالثمرة كانت أكثر أهميةمن حيث التأثيرفى صلابة الثمرة من أى من الصفات التالية :صلابة جلد الثمرة ، وسمك الجدر الخارجية ، وسمك الجدر الداخلية الفاصلة بين المساكن ، ونسبة أنسجة جدر الثمرة ، وعدد المساكن ، وحجم الثمرة .

تقدر درجة صلابة ثمار الطماطم بعدة طرق ؛ منها ما يلى :

١ - بالضغط على الثمار بين راحة اليد والأصابع .. تعطى هذه الطريقة نتائج سريعة يمكن الاعتماد عليها فى برامج التربية .

٢ - بتخزين الثمار التامة النضج فى عبوات كبيرة لعدة أيام ، مع وضع وزن ثابت على كل عبوة ، ثم حصر عدد الثمار التالفة بعد ذلك .

٣ - باستخدام الأجهزة التى تقيس الضغط اللازم لدفع قضيب معدنى ذى نهاية معلومة المساحة فى أنسجة الثمرة ، وهى التى تعرف باسم plungers ، أو pressure testers (عن Reynard ١٩٦٠) . ويفضل عند اتباع هذه الطريقة إزالة جزء صغير من جلد الثمرة

فى مكان بمنتصف الثمرة يكون بين الجدر الداخلية التى تفصل بين المساكن ، ثم تقاس الصلابة فى هذه المنطقة باستخدام جهاز plunger مناسب .

تكاد تجمع الدراسات الوراثية على أن صلابة ثمار الطماطم صفة كمية يتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى بصفة أساسية (عن Al - Falluyji وآخرين ١٩٨٢) . وقد قدرت درجة توريثها على النطاق الضيق - فى إحدى الدراسات - بنحو ٨ر٩٠ ٪ (وهو تقدير مرتفع للغاية بالنسبة لصفة كمية) ؛ مما يدل على قلة تأثرها بالعوامل البيئية ، مع سيادة التأثير الإضافى للجينات المتحكمة فى الصفة على التأثيرات الأخرى .

ومن أكبر مشاكل تربية الطماطم لزيادة صلابة الثمار مايلى :

١ - صعوب الجمع بين الصلابة العالية والحموضة المناسبة ؛ لأن الثمار الصلبة يقل فيها عدد المساكن ، وتزيد بها نسبة الجدر الثمرية إلى المساكن ، بينما تكون الحموضة أعلى فى المساكن مما فى الجدر الثمرية .

٢ - صعوبة الجمع بين الصلابة والطعم الجيد الذى يعتمد على ارتفاع نسبة السكريات ؛ لأن الصلابة تعتمد - كما أسلفنا - على زيادة محتوى الثمار من المواد غير الذائبة فى الكحول ، وهى التى تكون على حساب السكريات ؛ لأن قدرة النبات على تمثيل المواد الكربوهيدراتية محدودة .

تعتبر أصناف التصنيع الحديثة - التى أنتجت فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية ؛ مثل UC 82 ، و Peto 86 ، و UC 97-3 ... وغيرها من أكثر أصناف الطماطم صلابة . وقد استخدمت هذه الأصناف كمصدر وراثى لصفة الصلابة فى أماكن أخرى من العالم . وقد اعتمد مربو الطماطم فى كاليفورنيا على إحدى سلالات جامعة فلوريدا - هى Florida 1346 - كمصدر للصلابة . وكانت هذه السلالة قد أنتجت خلال الستينيات من هذا القرن ، وهى التى كانت قد استمدت صلابتها - بدورها - من إحدى سلالات شركة هاينز - هى H 4VW - 672 . كما اكتسبت أصناف فلوريدا الأخرى - مثل فلوراديد Floradade - صلابتها من سلالتين أخريين لهاينز ؛ هما Heinz 3 , Heinz 4 -VF . وكانت معظم صلابة سلالات هاينز قد استمدت من إحدى سلالات O.H Rearson - هى Eastern

التى أنتجت فى نهاية الخمسينيات بالانتخاب من سلالة أخرى لبيرسون ؛ هى - 54 States 24 - 1878-3 . كانت هذه السلالة الأخيرة قد أودعت لدى شركة هاينز فى عام ١٩٥٤ . ويرجع نسبها إلى تلقيح أجرى فى بداية الأربعينيات بين الطماطم وإحدى سلالات النوع البرى L. pimpinellifolium (عن Stevens & Rick ١٩٨٦) .

التربية لتحسين حموضة الثمار (الحموضة المعايرة والـpH)

ترجع أهمية حموضة ثمار الطماطم إلى أنها تؤثر فى مذاق الطماطم ؛ من حيث الإحساس بالحموضة sourness ، ودرجة تركيز الطعم flavor intensity ؛ كما أنها تفيد فى خفض فترة التعقيم ، مع استمرار توخى الأمان ضد النموات الميكروبية . ويرجع إلى الثمار المنخفض pH (الأقل من ٤ ر٤) الفضل فى ضعف نشاط البكتيريا المحبة للحرارة Bacillus coagulans . وقد ثبت أن البكتيريا Clostridum botulinum المسببة للتسمم البوتشيليني يمكنها النمو ، وإنتاج السموم فى الأغذية التى يكون رقم حموضتها ٨ ر٤ ، أو أعلى ، بما فى ذلك منتجات الطماطم .

هذا .. ويستدل من معظم الدراسات على وجود ارتباط جوهرى سالب بين الـ pH والحموضة المعايرة .وقد تراوحت نسبة تركيز أيون الأيدروجين (H^+) إلى الحموضة المعايرة من ٥٩ – ٧٤ فى ٢٥ تركيباً وراثياً متبايناً فى هاتين الصفتين (عن Stevens ١٩٨٦) .

تقدر الحموضة المعايرة فى عصير الطماطم بحساب عدد ملليلترات أيدروكسيد الصوديوم العُشر أساسية (0.1N) ، اللازمة لمعادلة ١٠ مل من راشح العصير مع استعمال دليل الفينولفثالين phenolphthalin (Porter ١٩٦٠) . وترجع الاختلافات بين أصناف الطماطم فى حموضتها المعايرة إلى اختلافها فى محتوى ثمارها من الأحماض العضوية .

يعتبر حامض الستريك citric acid من أهم الأحماض العضوية ؛ حيث يشكل نحو ٤٠ - ٩٠ ٪ من المحتوى الكلى للعصير من الأحماض العضوية . وتتوقف نسبته الفعلية على الصنف ، والظروف البيئية ، ودرجة نضج الثمار ، والمعاملات التالية للحصاد . ويليه فى الأهمية حامض الماليك malic acid ، الذى يوجد بنسبة ٥ – ٦٠٪ من تركيز حامض الستريك حسب الصنف ، بينما توجد بقية الأحماض العضوية بتركيزات منخفضة جداً ؛

ومن أمثلتها حامض الجالاكترونك الذى ينتج بسبب تحلل البكتينات والذى يزداد تركيزه مع نضج الثمار ، إلى أن يصل إلى أعلى مستوى له فى الثمار الزائدة النضج ، وحامض بيروليدون - كاربوكسيلك pyrrolidone - carboxylic الموجود بتركيز منخفض للغاية ، والذى ربما يكون إنتاجه من تحلل حامض الجلوتامنك glutaminc ، أو حامض الجلوتامك glutamic . ويعد الأخير من أكثر الأحماض الأمينية تركيزاً فى ثمار الطماطم . وبالرغم من أن الطماطم تعد من الخضر الغنية بحامض الأسكوربيك ascorbic (فيتامين جـ) - حيث يوجد بتركيز يتراوح من ١٠ - ٣٥ ملليجراماً / ١٠٠ جم - إلا أن تأثيره فى الحموضة المعايرة ضعيف (عن Stevens & Long ١٩٧١) .

هذا .. ويختلف مدى الحموضة المعايرة - كنسبة مئوية من حامض الستريك - فى ثمار الطماطم ؛ باختلاف الدراسات وباختلاف الجيرمبلازم المستخدم ؛ فهو يتراوح فى الطماطم من ٢٥ ر. ٪ إلى ٥٠ر. ٪ ، ووصل فى بعض الدراسات إلى ٩١ر. ٪ ، بينما يتراوح فى النوع L. pimpinellifolium من ٤٧ر. ٪ إلى ٩٥ر. ٪

وقد أوضحت دراسات Lower & Thompson (١٩٦٧) أن صفة الحموضة المعايرة يتحكم فيها جين واحد سائد ، إلا أن الانعزالات لم تظهر بوضوح ؛ لأن الصفة كمية وتتأثر بالعوامل البيئية بدرجة كبيرة . وقد قدّر الباحثان درجة توريثها بنحو ٢ ر٦٤ ٪ . وتوصل Stevens & Long (١٩٧١) إلى أن التركيز المنخفض لحامض الماليك صفة بسيطة سائدة . كما درس Stevens (١٩٧٢) وراثة تركيز الحامضين الرئيسيين المسئولين عن الحموضة فى ثمار الطماطم ؛ وهما : حامض الستريك ، وحامض الماليك ، ووجد أن تركيز كليهما صفة بسيطة ، وأن الجينين السائدين يتحكمان فى التركيز المرتفع لحامض الستريك والتركيز المنخفض لحامض الماليك ، وأنهما يوجدان فى نظام ازدواجى coupling على مسافة ١٨ وحدة عبور بين كل منهما ، وأنه لا توجد ضرورة للتربية لنسبة معينة من أحد الحامضين إلى الآخر .

يُعد الـ pH دليلاً للحموضة أفضل من الحموضة المعايرة . ويجب أن يكون pH العصير أقل من ٤ر٤ ؛ لتجنب المشاكل التى تحدثها الكائنات المحبة للحرارة فى منتجات الطماطم المصنّعة . وبرغم أن الغالبية العظمى من أصناف الطماطم لايزيد pH الثمار

فيها على ٤ر٤ .. إلا أن دراسة أجريت على ١٦ صنفاً (Sapers وآخرون ١٩٧٨) أظهرت أن ثمار الأصناف : أيس Ace ، وجاردن ستيت Garden State كانت أعلاها فى رقم الحموضة ، وأن الـ pH كان أعلى من ٨ر٤ فى ٢٥ ٪ من عينات الصنف الأخير . وفى دراسة أخرى موسعة على طماطم التصنيع قام Sapers وآخرون (١٩٧٧) بتقدير pH ثمار ٣٥٦ صنفاً ، و٢١٢ سلالة تربية جمعت من ٥٧ منطقة بثلاث وعشرين ولاية أمريكية . وقد وجد أن مدى الـ pH تراوح فى هذه الدراسة من ١٦ ر ٤ فى الصنف والتر Walter إلى ٥٤ ر ٤ فى الصنف أيس ٥٥ فى إف Ace 55 VF ، بالإضافة إلى حالات قليلة كان فيها الـ pH ٧ر٤ ، أو أعلى قليلاً ، وكان ذلك فى أصناف خاصة من مناطق معينة كانت فيها العينات زائدة النضج . وقد تبين من هذه الدراسة ما يلى :

١ – لم يحدث تغير ثابت فى pH عصير ثمار أصناف الطماطم خلال ال ٢٥ عاماً السابقة للدراسة ، فكان pH الأصناف الجديدة أكبر أو أقل من الأصناف القديمة .

٢ – لوحظ أن ثمار الأصناف ذات الـ pH المرتفع نسبياً كانت تميل إلى الشكل الكروى ، أو الكروى المضغوط ، مثل أصناف : أيس ٥٥ فى إف ، وجاردن ستيت ، وبج جيرل Big Girl . وقد ارتفع ال pH فيها عن ٦ر٤ ، إلا أنه لم يصل إلى ٨ر٤ .

لوحظ ارتفاع نسبى فى pH أصناف التصنيع ذات الثمار المربعة الدائرية square round والكمثرية ، والمطاولة .

هذا .. وقد تبين من دراسات أخرى أن مدى ال pH أوسع بكثير فى النوع البرى L. pimpinellifolium ، حيث تراوح من ٣٣ر٤ إلى ٩٥ر٤ فى سلالات مختلفة ، كما تراوح من ٢٧ر٤ إلى ٧٨ر٤ الهجن النوعية بينه وبين الطماطم (عن Stevens ١٩٨٦) .

يقدر pH الثمار بأخذ عينة تتراوح من ١٠ – ٢٠ ثمرة ، تقطع كل منها إلى أربعة أجزاء ، ثم توضع فى خلاط على سرعة عالية لمدة دقيقتين ، ثم يقدر الـ pH فى المخلوط بواسطة جهاز pH meter ذى تدريج دقيق مع استخدام منظم ذى pH قدره ٨ر٤ . وقد توصل Thompson (١٩٦٥) إلى طريقة أسهل من ذلك لتقدير الـ pH فى الثمار المنتخبة ، وذلك بقطع الثمار عرضياً ، ثم غمس العمود الزجاجى للجهاز dual glass electrode فى

المساكن . يكفى ثلاث قراءات فى مساكن مختلفة لكل ثمرة ، مع تقدير الـ pH لثلاث ثمار من كل نبات . ويشترط - لدقة النتائج - أن تكون الثمار على درجة واحدة من النضج .

ويبدو - من الدراسات الوراثية القليلة التى أجريت على صفة pH الثمار - أن درجة توريثها منخفضة ؛ حيث قدرها Lower & Thompson (١٩٦٧) بنحو ٣٧٫٦ ٪ .

التربية لتحسين لون الثمار

يتداخل هذا الجانب من التربية مع هدف التربية لزيادة محتوى الثمار من فيتامين أ ، نظراً لأن لون الثمار يتحدد بمحتواها من الصبغات الكاروتينية التى منها صفة البيتاكاروتين B - carotene التى يُصنّع منها فيتامين أ فى جسم الإنسان .إلا أن اللون الأحمر المميز لثمار الطماطم يتحدد - أساساً - بمحتواها من الصفة الكاروتينية الليكوبين lycopene ؛ ولذا ..فإن المناقشة حول الصبغات الكاروتينية - فى هذا الجزء - سوف تركز على علاقتها باللون ، وليس تبعاً لأهميتها الغذائية .

لقد درست مختلف الطفرات المؤثرة فى اللون فى الطماطم ومحتوى ثمار كل منها من مختلف الصبغات الكاروتينية . وقد وجدت ست طفرات مؤثرة فى اللون يتحكم فيها ستة جينات ، منها اثنان سائدان ؛ هما : دلتا Delta (الجين Del)، وبيتا العالية High Beta (الجين B الذى يتحور تأثيره بفعل الجين Beta modifier - أو Mo_B - ليصبح BMo_B) ، وأربعة متنحية هى : الأصفر (الجين r)، والصبغة العالية high pigment (الجين hp) ، والبرتقالى المحمر tangerine (الجين t) ، والقرمزى (الجين og^c) . وقد أضيف إليها بعد ذلك طفرات جديدة اكتشفت فى وقت لاحق ؛ وهى التى يتحكم فيها الجينان : الأخضر القاتم dark green (الجين dg) ، ومُركز الصبغة pigment intensi-fier (الجين I_p).

وتبعاً ل Baker ١٩٧٥ .. فإن صبغة الليكوبين تمثل ٩٥٪ من محتوى الثمرة من الصبغات ، وهى المسئولة عن اللون الأحمر ، وليس لها أى نشاط كفيتامين أ . وتوجد معظم الصبغات الكاروتينية الباقية على صورة بيتا كاروتين ، بينما لا توجد سوى قليل جداً من الصبغات الكاروتينية الأخرى . وقد دَرَسَ Baker لون الثمار ومحتواها من المواد الكاروتينية

عند تباين التركيب الوراثى بالنسبة لثلاثة من الجينات المؤثرة فى اللون ، هى : r ، و t ، و B : فوجدها على النحو التالى :

١ – التركيب الوراثى RR TT bb

يمثل هذا التركيب الوراثى الصنف رتجرز Rutgers . الثمار حمراء اللون . يبلغ المحتوى الكلى للمواد الكاروتينية ٨٨ ميكروجراماً / جم وزن طازج . وتشكل صبغتا الليكوبين والبيتاكاروتين ٩٧ ٪ ، ٢ر٣ ٪ منها على التوالى ، ولكن النسبة بين الصبغتين تتراوح من ١٢ : ١ إلى ١:١٨ حسب الصنف .

٢ – التركيب الوراثى RR tt bb :

يعرف اللون الذى يعطيه هذا التركيب الوراثى باسم Jubilee Orange . الثمار باهتة اللون . يبلغ المحتوى الكلى للمواد الكاروتينية ١٠٠ ميكروجرام / جم وزن طازج ، تكون معظمها على صورة زيتاكاروتين ، وفيتوين phytoene ، بينما لا توجد سوى آثار من صبغتى الليكوبين والبيتاكاروتين .

٣ – التركيب الوراثى RR TT BB :

الثمار برتقالية اللون : يبلغ المحتوى الكلى للمواد الكاروتينية ٨٤ ميكروجراماً / جم وزن طازج ، تشكل صبغتا الليكوبين والبيتاكاروتين ٧ ٪ ، و ٩٣ ٪ منها على التوالى .

٤ – التركيب الوراثى rr TT bb :

الثمار صفراء اللون . يبلغ المحتوى الكلى للمواد الكاروتينية ميكروجرامين / جم وزن طازج . تشكل صبغتا الليكوبين والبيتاكاروتين ٣٩٪ ، و٦١٪ منها على التوالى .

يبدو أن الجين R يلعب دوراً مبكراً فى إنتاج الصبغات ؛ عن طريق إنتاجه لمادة أولية precourser ضرورية لتكوين الصبغات .

يوجه الجين T تكوين الصبغات نحو النظام الطبيعى ، وهو تكوين صبغتى الليكوبين والبيتاكاروتين .أما آليه t .. فإنه يوجه تكوين الصبغات إلى إنتاج الزيتاكاروتين

والبروليكوبين prolycopene (البولينيات polyenes).

يحدد الجين B – فى وجود الجينين R ، و$T_{}$ – المحتوى النسبى للصبغتين الرئيسيتين ؛ حيث يزيد محتوى البيتاكاروتين على حساب مستوى الليكوبين .حُصل على هذا الجين من النوع البرى L. hirsutum برغم عدم ظهور تأثيره فى هذا النوع الذى تكون ثماره خضراء اللون عند النضج (عن Rick ١٩٨٢) . يتأثر فعل هذا الجين بالجين مُحَوِّر بيتا beta modifier الذى يأخذ الرمز Mo_B . ففى وجود هذا الجين المُحَوِّر .. يكون ٩٠ ٪ من الصبغات الكاروتينية الكلية على صورة بيتاكاروتين ؛ ممايجعل لون الثماربرتقالياً . أما عند وجود آليله الطبيعى Mo_B^+ – مع الجين B – فإن البيتاكاروتين يمثل أكثر من ٥٠٪ من الصبغات الكاروتينية .بينما يمثل الليكوبين أقل من ٥٠٪ منها . أما فى الحالات الطبيعية (bb) .. فإن صبغة البيتاكاروتين لا تشكل سوى ١٠٪ من الكاروتينات الكلية .

أما الجين og^c المسئول عن اللون القرمزى crimson – والذى اكتشف فى سلالة طماطم من الفليبين (Thompson وآخرون ١٩٦٧) – فإنه يؤثر عند وجوده فى صورة متنحية أصيلة على المحتوى النسبى للصبغتين الرئيسيتن ؛ حيث يزيد تركيز الليكوبين على حساب البيتاكاروتين ، وتظهر مساكن الثمار – نتيجة لذلك – بلون أحمر قانٍ . أدخل Lee & Robinson (١٩٨٠) هذا الجين فى الصنف نيويوركر New Yorker ؛ وبمقارنة السلالة الجديدة بالصنف الأصلى .. وجد أنها كانت أفضل منه لوناً ، وأقل منه محتوى من فيتامين أ بنسبة ٦٠٪ ؛ بسبب نقص محتواها من البيتاكاروتين والجاماكاروتين ، إلا أنهما تشابها فى كل الصفات الأخرى .

ويقوم الجين delta (ورمزه Del) بإنتاج كميات كبيرة من الدلتا كاروتين ، وهى صبغة كاروتينية لا توجد فى أى من الطفرات الأخرى ، أو فى الثمارالطبيعية . ويبدو أن هذا الجين مسئول عن إنتاج إنزيم معين يعمل على تمثيل الدلتاكاروتين على حساب الليكوبين .

تحتوى ثمارالطفرة " الصبغة العالية " high pigment (التى يتحكم فيها الجين hp) على تركيز عال من الصبغات الكاروتينية الكلية ، دون أن تؤثر فى نسبة كل منها إلى الأخرى . ويعنى ذلك أن هذه الطفرة يزيد فيها محتوى الثمار من كل من صبغتى الليكوبين المسئولة عن اللون ، والبيتاكاروتين التى يصنع منها فيتامين أ فى جسم الإنسان .(عن Baker

١٩٧٥) . ولهذا الجين تأثيرات متعددة فى النبات ، بعضها مفيد وبعضها ضار . ومن أهم التأثيرات المفيدة لهذا الجين ما يلى :

١ - يجعل الثمارذات لون أحمر براق من الخارج ، ولكنه لا يؤثر فى لون المساكن .

٢ - يزيد من محتوى الثمار من البيتاكاروتين بنحو ٢٥ - ٥٠ ٪ ، ومن حامض الأسكوربيك بنحو ٢٠ ٪ .

٣ - يزيد من التمثيل الضوئى فى وحدة المساحة من الورقة ، ويزيد من محتوى الأوراق والثمار من صبغة الكلوروفيل .

٤ - يزيد من صلابة الثمار ، ويزيد من لزوجة العصير .

أما التأثيرات الضارة لهذا الجين .. فهى كما يلى :

١ - يبطىء من إنبات البذور ، و نمو البادرات ، ويؤخر النضج .

٢ - يجعل السيقان سهلة الكسر brittle .

٣ - يزيد من حساسية النموات الخضرية للأضرار التى تحدثها أشعة الشمس القوية ، ويسرع من اصفرارها .

٤ - يحدث تغيرات غير مرغوبة فى نكهة الثمار ؛ من خلال تأثيره فى محتواها من المواد المتطايرة volatile substances .

٥ - يخفض عدد البذور فى الثمار .

٦ - يخفض من الحموضة المعايرة ونسبة المواد الذائبة الكلية بالثمار .

٧ - يقلل من المحصول المبكر والمحصول الكلى (عن Jarret وآخرين ١٩٨٤) .

ويمكن التعرف على البادرات الحاملة لهذا الجين بسهولة - وهى ما زالت فى طور البادرة - نظراً لأنها تكتسب لونا أرجوانياً قاتماً خلال فترة قصيرة من تعرض البادرات لدرجات حرارة منخفضة . ويؤدى وجود الجينين hp ، و og^c - معاً - كما فى الصنف أتّوا ٦٧ Ottwa 67 إلى تحسين الثمار - خارجياً وداخلياً - مع زيادة محتواها من البيتاكاروتين بنسبة ٢٥٪ (عن Stevens ١٩٧٩).

أما الجين Ip (مُركّز الصبغة pigment intensifier) . فقد حُصل عليه من النوع البرى L. chmielewskii ، وهو مسئول عن زيادة تركيز الصبغات . وجدير بالذكر أن تأثير هذا

الجين لم يظهر إلا فى الخلفية الوراثية للطماطم ؛ حيث إن ثمار النوع البرى L. chmielewskii ذات لون أبيض مخضر عند النضج (عن Rick ١٩٨٠) .

ووجدت طفرة الثمار الخضراء القاتمة dark green ، التى يتحكم فيها الجين dg فى الصنف مانابال Manapal . وتختلف هذه الطفرة عن النباتات الطبيعية فى أن ثمارها غير الناضجة تكون أكثر اخضراراً حتى بداية التلوين ، ثم تكون ثمارها الناضجة أكثر احمراراً - داخلياً وخارجياً - عند اكتمال نضجها . وقد تبين أن ثمار هذه الطفرة يزيد محتواها من الكلوروفيل على محتوى كل من الثمار الطبيعية والطفرة hp . وجدير بالذكر أن اللون الأخضر القاتم الذى يحدثه الجين dg يكون متجانساً فى كل الثمرة ، وليس عند أكتافها فقط مثلما تكون عليه الحال فى التركيب الوراثى UU . أما ثمار التركيب الوراثى uu(uniform green) فإنها تكون خضراء متجانسة أيضا ، ولكن بلون أخضر فاتح . وتجدر الإشارة - كذلك - إلى أن اللون الأحمر القانى الذى تظهر به الثمار dg dg يكون مماثلاً للون الثمار hp hp ، ولكن ثمار الأولى يكون محتواها من كل من حامض الأسكوربيك والبيتاكاروتين أعلى من محتوى ثمار الثانية . وقد قام Wann وآخرون (١٩٨٥) بمقارنة سلالات ذات أصول وراثية متشابهة isogenic lines ، تختلف فيما تحمله من ثلاثة جينات هى hp ، وdg ، وog^c . ووجد أن ثمار dg الناضجة يزيد محتواها من الليكوبين بمقدار يصل إلى ١٠٠ ٪ عن الثمار الطبيعية . وزاد متوسط محتوى ثمار dg من البيتاكاروتين بمقدار ٥٠ ٪ عن ثمار hp ، وبمقدار ٢٥ ٪ عن الثمار الطبيعية . كما كانت الثمار الـ dg أصلب - جوهرياً - من الثمار الطبيعية فى كل طورى النضج الأخضر والأحمر . هذا .. بينما لم تظهر أية فروق فى الطعم بين مختلف السلالات . كما تبين من دراسة أخرى - قورن فيها تأثير الجينين hp ، و dg فى سلالات ذات أصول وراثية متشابهة (Jarret وآخرون ١٩٨٤) - أن كلا الجينين أحدث زيادة فى محتوى الثمار من كل من حامض الأسكوربيك والكلوروفيل . وكانت الزيادة فى الكلوروفيل فى الجدر الثمرية الخارجية ١٦٦ ٪ فى السلالة hp ، و ٣٢٠ ٪ فى السلالة dg مقارنة بالتركيب الوراثى الطبيعى . وكانت ثمار كلتا الطفرتين أصغر حجما وأكثر استطالة من ثمار السلالة الطبيعية ، ولكنهما لم تختلفا عن الطبيعية فى النضج . وأحدثت الطفرتان تأخيرا فى كل من النمو الخضرى والثمرى ، وأنقصتا - جوهرياً - المساحة الورقية الكلية ، وطول السلاميات ، والوزن الكلى الطازج

والجاف للنبات ؛ وكان تأثير الجين dg - دائماً - أكبر - كمياً - من تأثير الجين hp . وفى محاولة لتفهم الأساس الفسيولوجى لزيادة صلابة ثمار الـ dg عن الثمار الطبيعية .. لم يستدل Tong &Gross (١٩٨٩) على أية فروق بينهما فى نشاط إنزيم البولى جالاكتورونيز polygalacturonase ، أو تركيب الجدر الخلوية خلال مراحل نضج الثمرة ؛ مما يدل على وجود عوامل أخرى تؤثر فى ذوبان المركبات اليورونيدية uronides فى الجدر الخلوية .

ويبدو أن العلاقة بين محتوى الكلوروفيل فى الثمار غير الناضجة ومحتوى المواد الكاروتينية فى الثمار الناضجة مردها إلى تحول البلاستيدات الخضراء أثناء النضج إلى بلاستيدات ملونة ، وهو ما قد يفسر كيف أن الطفرتين hp ، و dg نواتى الثمار الخضراء القاتمة ينتهى بهما الأمر إلى محتويات ثمرية مرتفعة من البيتاكاروتين . كما يعتقد أن الأصناف التى تحمل جين النضج المتجانس (u) بحالة أصيلة يكون محتوى ثمارها من الليكوبين أقل من ثمار الأصناف التى تحمل آليل النضج غير المتجانس (u^+) ، والتى تكون أكتافها خضراء اللون .

لقد أجريت محاولات كثيرة للاستفادة من الجين hp فى برامج التربية ؛ لما له من تأثير مرغوب جداً فى لون الثمار . وبالرغم من ذلك .. فلم ينتج - إلى الآن - أى صنف جديد ناجح يحمل هذا الجين ؛ بسبب تأثيراته الأخرى المتعددة غير المرغوبة . وقد اعتقد بعض الباحثين أن إدخال الجينين og^c ، و hp - - معاً - فى صنف واحد يؤدى إلى التغلب على هذه التأثيرات غير المرغوبة ، إلا أن مثل هذه الأصناف لم تكن ناجحة - هى الأخرى - لنفس الأسباب التى جعلت الأصناف التى تحمل الجين hp غير ناجحة .

يمكن التعرف بسهولة على الجينات hp ، و dg ، و og^c فى برامج التربية . فالجين hp يزيد من مستوى الأنثوسيانين فى السويقة الجنينية السفلى للبادرة ، التى تكتسب لونا أرجوانياً قاتماً لدى تعرضها لفترات قصيرة من الحرارة المنخفضة ؛ وبذا يسهل التعرف عليها فى طور البادرة . وتؤدى تربية البادرات الصغيرة تحت غطاء بلاستيكى من الفينيل الأصفر yellow vinyl film إلى سهولة التمييز بين النباتات الطبيعية ، و السلالات الأصيلة فى كل من الجينين hp ، و ' dg ؛ إذ تستطيل السويقة الجنينية السفلى فى النباتات الطبيعية ، بينما تبقى عادية الطول فى كل من الطفرتين hp ، وdg . هذا بينما

تكتسب بتلات أزهار الطفرة og^c لوناً برتقالياً واضحا لدى تعرضها لدرجات الحرارة المنخفضة ، وهو ما يميزها بسهولة عن غيرها . وعند التربية لكا من الطفرتين hp ، و og^c معاً يمكن تعريض النباتات لحرارة منخفضة فى طورى البادرة وبداية الإزهار ؛ وبذا يسهل التعرف على النباتات الحاملة لكل من الطفرتين على التوالى .

التربية لتحسين القيمة الغذائية

ترجع الأهمية الغذائية للطماطم إلى أنها تعد أحد المصادر الهامة لكل من البيتاكاروتين الذى يتحول فى جسم الإنسان إلى فيتامين (أ) ، و حامض الأسكوربيك (فيتامين جـ) ، وبعض العناصر المعدنية كالفسفور والبوتاسيوم ، وهى التى سنتناولها بالدراسة فى هذا الجزء .

١ - فيتامين (أ) :

تعد الطماطم - مقارنة بمحاصيل الخضر الأخرى - متوسطة فى محتواها من فيتامين أ ؛ حيث تحتوى الطماطم على ٩٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ لكل ١٠٠ جم من الثمار الطازجة مقابل ٦٠ وحدة دولية فى القنبيط ، و ٢٤٠ فى الكرفس ، و ٣٣٠ فى الخس ، و ٦٠٠ فى الفاصوليا الخضراء ، و ٢٥٠٠ فى البروكولى ، و ٨٨٠٠ فى البطاطا الحلوة ، و ١١٠٠٠ فى الجزر . وبالرغم من ذلك ..فإن الطماطم تعد من أهم مصادر فيتامين أ للإنسان ؛ نظراً لزيادة الكميات المستهلكة منها مقارنة بالخضر الأخرى .

تتفاوت أصناف الطماطم - كثيراً - فى محتواها من البيتاكاروتين ، الذى يُصنَّع منه فيتامين أ فى جسم الإنسان . وقد أنتجت أصناف طماطم غنية بفيتامين أ من تهجين مع السلالة P.I. 126445 للنوع البرى L. hirsutum ، وهو نوع تكون ثماره الناضجة خضراء اللون ، إلا أنه ظهر فى النسل الناتج من هذا التهجين نباتات ذات ثمار برتقالية اللون ، وأخرى ذات ثمار حمراء برتقالية . وأمكن بالتربية إنتاج صنف الطماطم كارو رد Caro - Red ، الذى يتميز بثماره ذات اللون البرتقالى الضارب إلى الحمرة ، والتى بلغ محتواها من فيتامين أ عشرة أضعاف محتوى ثمار الأصناف الأخرى (عن Tomes ١٩٧٢) . وأنتج كذلك الصنف كارو رتش Caro - Rich الذى تميز بثماره ذات اللون

البرتقالي ، والتي بلغ متوسط وزنها ١٧٠ جم ، واحتوت على البيتاكاروتين بتركيز قدر بنحو ١ ر٤٧ ± ١٤ mug لكل جم من الوزن الطازج (Tigchelaar & Tomes ١٩٧٤) . وبرغم أن هذين الصنفين لا يختلفان في الطعم عن الأصناف العادية ذات الثمار الحمراء اللون - وهو ما يثبت تجريبياً بإجراء اختبارات التذوق تحت مرشحات للضوء ، تخفى الفروق في اللون بين مختلف الثمار - إلا أنها لم تنتشر أبداً في الزراعة ، واقتصر استعمالها على نطاق محدود جداً في السلطات مع الطماطم الحمراء العادية ؛ ويرجع السبب في ذلك إلى أن المستهلك لا يرضى بديلاً عن اللون الأحمر لثمار الطماطم .

وتجدر الإشارة إلى أنه ليست جميع أصناف الطماطم ذات الثمار البرتقالية غنية بالبيتاكاروتين ، الذي يعد المصدر النباتي لفيتامين أ . ومن أمثلة ذلك الأصناف جولدن جوبولي Golden Jublee ، وصن رى Sunray ، و بن أورانج Penn Orange ، التي تحتوي على خليط من الصبغات الكاروتينية (غير الليكوبين والبيتاكاروتين) يتكون معظمها من البروليكوبين prolycopene ، والزيتاكاروتين . ويتحكم الجين t في لون ومحتوى هذه الأصناف من الصبغات الكاروتينية ، وهو جين نشأ كطفرة في الطماطم ، ولم ينقل إليها من الأنواع البرية .

وكما سبق بيانه تحت التربية لتحسين اللون .. فإن الجينين hp ، و og^c يؤثران - كذلك في محتوى ثمار الطماطم من فيتامين أ . فالجين og^c ينقص محتوى البيتاكاروتين بنسبة ٤٠٪ ، بينما يزيد الجين hp محتوى نفس الصبغة بنسبة ٤٠٪ .

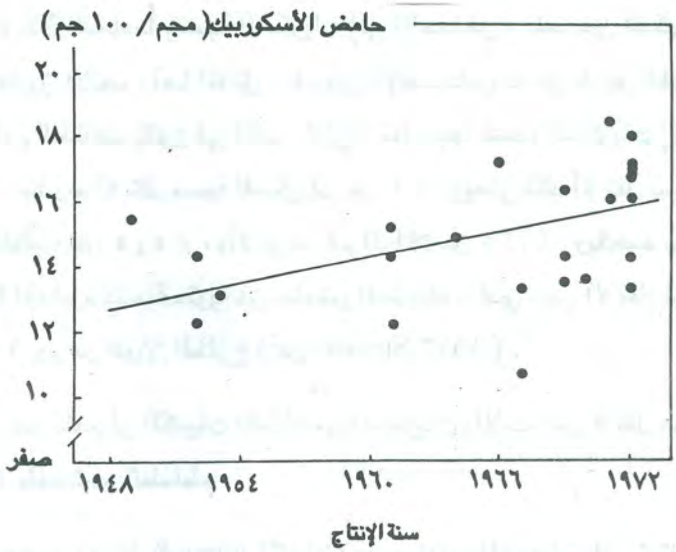
٢ - حامض الأسكوربيك (فيتامين جـ) :

تعد الطماطم مقارنة بمحاصيل الخضر الأخرى متوسطة - كذلك - في محتواها من فيتامين جـ ؛ حيث تحتوي ثمارها على ٢٣ مجم من حامض الأسكوربيك لكل ١٠٠ جم من الوزن الطازج مقابل ٦ مجم في الخس ، و٩ مجم في الكرفس ، و ٨ مجم في الجزر ، و ٢٠ مجم في البطاطس ، و ٢١ مجم في البطاطا ، و ٢٧ مجم في البسلة ، و ٧٨ مجم في القنبيط ، و ١١٣ مجم في البروكولي . وبالرغم من ذلك .. فإن الطماطم تعد من أهم مصادر فيتامين جـ للإنسان ؛ نظراً لزيادة الكميات المستهلكة منها مقارنة بمحاصيل الخضر الأخرى .

تختلف أصناف الطماطم - كثيراً - فى محتوى ثمارها من فيتامين جـ ، ويتراوح المدى من ٩ - ٤٤ مجم / ١٠٠ جم حسبما قُدّر فى عدة دراسات (عن Nazeem ١٩٦٧ ، و Mathews وآخرين ١٩٧٣ ، و Radwan وآخرين ١٩٧٩ ، و Stevens ١٩٨٦) . وتتوفر مصادر فيتامين جـ المرتفعة فى الأنواع البرية ؛ خاصة النوعين L. peruvianum ، و L. pimpinellifolium . وقد أمكن الحصول على نباتات منعزلة من التهجينات بين الطماطم وبعض سلالات النوع الأول ، بلغت نسبة فيتامين "جـ" فى ثمارها ضعف النسبة العادية (عن Robinson ١٩٧٤) . كما استخدم النوع الثانى - L. peruvianum - فى إنتاج أصناف تجارية بلغ محتوى ثمارها من فيتامين جـ ضعف النسبة العادية كذلك ؛ ومن أمثلتها الصنفان دبل رتش Double Rich ، وهاى سى Hi - C . هذا .. إلا أن مجرد غنى ثمارهذه الأصناف بفيتامين "جـ" لم يساعد على انتشارها فى الزراعة .. وهى حقيقة تؤكد على أن التربية للصفات غير الواضحة للمنتج أو للمستهلك - كهذه الصفة - يجب أن تصاحبها التربية للصفات الاقتصادية الأخرى (عن Munger ١٩٧٩) . ويبدو أن صفة المحتوى المرتفع لفيتامين "جـ" ترتبط بانخفاض المحصول ؛ فبالرغم من المحاولات العديدة لتربية أصناف جديدة عالية فى كل من المحصول وفيتامين جـ .. إلا أن المحصول لم يكن مقبولاً فى السلالات العالية فى فيتامين جـ .

وقد وُجِهّت اتهامات بالتقصير إلى مربى النباتات بشأن عدم اهتمامهم بمحتوى الثمار من فيتامين جـ فى الأصناف الجديدة المحسنة ، إلا أن الحقائق تؤكد أن مستوى الثمار من فيتامين جـ قد ارتفع تدريجياً فى الأصناف التى أنتجت فيما بين عامى ١٩٥٢ ، و ١٩٧٢ (شكل ٢ - ٤) . وقد قدر متوسط الزيادة خلال تلك الفترة بنحو ٢٥٪ .

وعن وراثة هذه الصفة .. أوضحت دراسات Nazeem (١٩٦٧)أن صفة المحتوى المرتفع لفيتامين جـ بسيطة وسائدة جزئياً مع وجود بعض الجينات المحورة ، وقدرت درجة توريثها بنحو ٩٣ ٪ . وفى دراسة أخرى (Hassan وآخرون ١٩٨٧) .وجد أن صفة المحتوى المرتفع لحامض الأسكوربيك فى الصنف لارج رد شيرى Large Red Cherry - مقارنة بالمستوى المنخفض فى الصنف يوسى ٨٢ UC 82 - بسيطة ومتنحية جزئياً ، بينما قدرت درجة توريثها بنحو ٦٧٪ على النطاق العريض ، و ٤٨٪ على النطاق الضيق .



شكل (٢-٤) : محتوى حامض الأسكوربيك (فيتامين جـ) فى ثمار أصناف الطماطم التى أنتجت خلال الفترة من عام ١٩٤٨ إلى عام ١٩٧٢ (Matthwes وآخرون ١٩٧٣) .

٣ – الفوسفور والبوتاسيوم :

يتراوح مستوى الفوسفور فى أصناف الطماطم من ١٢ – ٢٧ ملليمكافئاً / لتر. ويبدو أن مستوى الفوسفور صفة كمية يتحكم فيها عدد قليل من الجينات . وقد وجد أن لهذه الجينات تأثيرات الإضافة والسيادة والتفوق ، كما تأثرت وراثة الصفة – بشدة – بالتفاعل بين البيئة والتركيب الوراثى ؛ ويبدو أن هذا التفاعل يرجع إلى العوامل البيئية التى تؤثر فى نمو الجذور ؛ لأن امتصاص الفوسفور يعتمد كثيراً على مدى هذا النمو .

أما البوتاسيوم .. فإنه يعتبر الكاتيون غير العضوى السائد فى ثمارالطماطم ؛ حيث يتراوح مستواه من ٤٥ – ٨٧ ملليمكافئاً / لتر . وقد يؤدى نقص البوتاسيوم إلى ضعف لون الثمار ونقص الحموضة بها .

التربية لتحسين المذاق والنكهة

تتأثر نكهة الطماطم بمحتواها من المركبات المتطايرة volatile substances ؛ أما

المذاق .. فيتأثر أساساً بنسبة السكريات إلى الأحماض ، علماً بأن النكهة يتم الإحساس بها عن طريق الأنف ، أما المذاق .. فيكون الإحساس به عن طريق الفم . وقد وجد أن أفضل طعم للطماطم يكون فى الثمار التى لا تقل فيها نسبة السكريات إلى الأحماض عن ٥ر٨ : ١ ، بشرط ألا تقل نسبة السكريات عن ٣ ٪ ؛ ويعنى ذلك ألا تقل نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية عن ٥ ر٥ ٪ ، وألا يزيد رقم الـ pH عن ٣٥ ر٤ . ويقصد بنسبة الأحماض الحموضة المعايرة كنسبة مئوية من حامض الستريك ، الذى يجب ألا يقل تركيزه عن ٣٥ ر٠ جم / ١٠٠ جم من الوزن الطازج (عن Stevens ١٩٧٣) .

يتبين مما تقدم أن الكميات المطلقة من السكريات والأحماض لا تقل عن النسبة بينهما فى تحديد طعم ثمار الطماطم .

وقد أوضح Jones & Scott (١٩٨٣) أن سلالات الطماطم التى ترتفع فيها نسبتا السكر والحموضة كانت أفضل طعماً من الصنف القياسى كال أيس Cal Ace . وقد أُرجعت معظم الاختلافات فى الطعم إلى الاختلافات فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة المعايرة ؛ وهو ما يعنى أن التربية لتحسين الطعم تعتمد على تحسين تلك الصفتين . هذا .. إلا أن زيادة نسبة السكر ترتبط – عادة – بنقص فى كل من المحصول وصلابة الثمار ، فضلاً على أنها صفة كمية ليس من السهل إدخالها – بالتربية – فى سلالات الطماطم . وقد أوضحت دراسة أخرى لهذين الباحثين (Jones & Scott ١٩٨٤) ظهور قوة هجين فى صفة طعم الثمار ، حيث كانت الهجن بين سلالات الطماطم العالية فى نسبتى السكر والأحماض أفضل طعماً من الأبوين (ظهر فيها" طعم الطماطم" بصورة أكثر وضوحاً مما فى الآباء) .

يتحسن مذاق ثمرة الطاطم كلما ازدادت نسبة أنسجة المساكن locular tissue إلى الجدر الثمرية اللحمية pericarp ، بشرط ارتفاع نسبة كل من السكر والأحماض . ويرجع السبب فى ذلك إلى التأثير الكبير لنسبة المساكن إلى الجدر الثمرية على المتوسط العام لنسبة السكريات إلى الأحماض فى الثمرة . ففى دراسة أجريت على سبعة أصناف من الطماطم – تراوحت فيها نسبة أنسجة المساكن من ٤ ر١٤ إلى ٠ ر٣٥ ٪ من وزن الثمرة – ولدى مقارنة السكريات والأحماض فى أنسجة المساكن بتركيزها فى الجدر الثمرية

.. وجد ما يلى (Stevens وآخرون ١٩٧٧) :

١ – كانت السكريات المختزلة أعلى بنسبة ٢٠٪ فى الجدر الثمرية منها فى المساكن .

٢ – كان الجلوكوز أعلى بنسبة ٣٨٪ فى الجدر الثرية منه فى المساكن .

٣ – تساوى تركيز كل من الفراكتوز ، والمواد الصلبة الذائبة الكلية فى كل من الجدر الثمرية والمساكن .

٤ – كانت الحموضة المعايرة أعلى بنسبة ٤٨٪ منها فى الجدر الثمرية .

٥ – كان حامض الستريك أعلى بنسبة ٥٧٪ فى المساكن منه فى الجدر الثمرية .

٦ – تساوى كل من الـ pH ، وتركيز حامض الماليك فى كل من الجدر الثمرية والمساكن .

ويعنى ذلك أن المذاق يكون أفضل فى الأصناف التى تحتوى ثمارها على نسبة عالية من المساكن ، مع ارتفاع محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية ، مثل أيس ، وفى إف ١٤٥ – بى – ٧٨٧٩ مما فى الأصناف التى تحتوى ثمارها على نسبة منخفضة من المساكن ، مثل يوسى ٨٢ .

أما نكهة الطماطم .. فإنها تتحدد بمحتواهامن المركبات المتطايرة كما سبق بيانه . ولقد أمكن التعرف على أكثر من ١٨ مركباً متطايراً فى عصير الطماطم ، منها نسبة عالية من الألدهيدات ، والكيتونات ، و الكحولات ، وبعض الإسترات . كما وجدت اختلافات كمية بين أصناف وسلالات الطماطم فى محتواها من هذه المركبات ،التى يقدر تركيز كل منها بالجزء فى البليون ، والتى من أمثلتها ما يلى :

n - pentanol	amyl alchol
acetaldehyde	cis - 3 - hexenol
acetone	methyl sulfide
ethanol	methanol
n - hexanol	isovaleraldhyde
methyl salicylate	2 - isobutylthiazole
	eugenol

وقد وجد Stevens (١٩٧٠) من دراسته الوراثية على المركبات الثلا... ...رة ما يلى :

١ – يتحكم فى تركيز مركب isobutylthiazole - 2 جين واحد نو تأثير إضافى .

٢ – يتحكم فى تركيز مركبى methyl salicylate ، و eugenol جينان (واحد لكل منهما) مرتبطان فى نظام ازدواجى coupling ، مع سيادة التركيز المنخفض على التركيز المرتفع فى كل منهما .

وفى دراسة أخرى .. كان isobutylthiazole - 2 أهم المركبات المتطايرة تأثيراً على فرق النكهة بين صنفى الطماطم كامبل ١٤٦ Campbell 146 ، وكامبل ١٣٢٧ .

كما وجد McGlasson وآخرون (١٩٨٧) ٦٩ مركباً فى ثمار الصنف رتجرز Rutgers ، كان لكل منها رائحة خاصة مميزة ؛ وقد ربطوا النكهة المميزة للطماطم بستة من هذه المركبات ، وهى :

linalool	hex - 2 - enal
methyl salicyate	phenylacetaldehyde
eugenol	2 - phenylethanol

وبرغم وجود هذه الاختلافات الكمية بين أصناف وسلالات الطماطم فى محتواها من المركبات المتطايرة .. إلا أنه لم تلاحظ فروق نوعية بينها . كما لم ترتبط أى منها بالنكهة المميزة للثمار ، باستثناء حالات قليلة سبقت الإشارة إلى بعضها . ويبدو – من دراسة العلاقة بين محتوى الثمار من الصبغات الكاروتينية ومحتواها من المركبات المتطايرة – أن المركبات المتطايرة الرئيسية تنتج من تحلل البولينات polyenes والكاروتينات ؛ فقد وجدت هذه العلاقة فى الصنفين Caro - Red الغنى بالبيتاكاروتين – و Golden Jubilee الغنى بالزيتاكاروتين

التربية لزيادة القدرة على تحمل التخزين لفترات طويلة

يجب – بداية – – التمييز بين صفتى صلابة الثمار ، وفترة صلاحيتها للتخزين shelf life . فقد تتساوى ثمار صنفين من الطماطم فى الصلابة عند حصادها فى طور النضج الأحمر ، ولكن سريعاً ما تظهر اختلافات كبيرة بينهما – فى درجة صلابتها – خلال أسبوع

واحد من تخزينها فى درجة حرارة الغرفة .

وتتوقف فترة الصلابة للتخزين على عاملين رئيسيين ؛ هما :

١ – صلابة الثمرة عند الحصاد :

حيث تزيد فترة صلاحية الثمار للتخزين بزيادة صلابتها عند الحصاد . وتختلف الصلابة باختلاف الأصناف وباختلاف مرحلة نضج الثمار عند الحصاد . تدوم تلك العلاقة لفترة قصيرة ، ويظهر بعدها تأثير العامل الثانى .

٢ – مدى نشاط الإنزيمات التى تعمل على تحليل المواد البكتينية pectolytic enzymes فى الثمار :

تزداد فترة صلاحية الثمار للتخزين بانخفاض نشاط هذه الإنزيمات .

وتفقد الثمار صلابتها أثناء نضجها بفعل بعض التغيرات الإنزيمية فى المركبات البكتينية ، وهذه التغيرات هى :

١ – تلتصق خلايا الثمار غير الناضجة بشدة بواسطة مادة البروتو بكتين protopectin التى تتوفر فيها .

٢ – يتحول البروتوبكتين – إنزيمياً – أثناء نضج الثمار إلى بكتين pectin بفعل إنزيم بروتوبكتينيز كالتالى :

$$\text{protopectin} \xrightarrow{\text{protopectinase}} \text{pectin}$$

ويعتبر البكتين أقل قدرة على لصق الخلايا من البروتوبكتين .

٣ – يتحول البكتين – إنزيمياً – مع استمرار نضج الثمار إلى مركبات أخرى ؛ مثل : الأحماض البكتينية pectic acids بفعل إنزيمات البكتينيز pectinase وبولى جالا كيتوروينز polygalacturonase ، وبكتين استريز pectin - estrase كما يلى :

$$\text{pectin} \xrightarrow{\text{polygalacturonase}} \text{smaller pectinic molecules} \xrightarrow{\text{pectin - estrase}} \text{pectic Acids}$$

ويرجع أن تحلُّل المواد البكتينية يضعف الشبكة المعقدة للمركبات العديدة التسكر فى الجدر الخلوية ، مما يؤدى إلى ضعف الاتصال بين الخلايا وفقد الصلابة بالتالى (Gould ١٩٧٤) . وتحدث هذه التغيرات فى المواد البكتينية سواء أكانت الثمار صلبة ، أم غير صلبة (Malis - Arad وآخرون ١٩٨٣) . إلا أن بعض سلالات التربية تحتوى على جينات توقف بعض هذه التفاعلات الإنزيمية أو تثبطها ، مما يترتب عليه عدم فقد الثمار لصلابتها ، واستمرارها بحالة صلبة لعدة أشهر ، كما فى حالة الطفرات rin ، و nor ، وNr ، و alc ، و Gr . وقد عرف الكثير عن نشاط الإنزيمات - التى تحلل المواد البكتينية - ودورها فى عملية النضج ؛ من خلال الدراسات التى أجريت على هذه الطفرات المؤثرة فى نضج الثمار. ونلقى - فيما يلى - الضوء فى هذه الطفرات وتأثيراتها المتعددة على ثمار الطماطم .

١ - طفرة " مانع النضج " ripening inhibitor :

يتحكم فى هذه الطفرة الجين المتنحى rin . وتتميز ثمار النباتات الأصيلة فى هذا الجين بمايلى :

أ - تظل الثمار محتفظة بصلابتها لفترة طويلة بعد الحصاد ، ولا تفقدها إلا ببطء شديد.

ب - لا تظهر بها ظاهرة الكلايمكترك climacteric كما فى الثمار الطبيعية .

جـ - لا تتكون بها الصبغات الكاروتينية العادية بالكميات أو بالنسب التى توجد فى الأصناف العادية .

لا يمكن الاستفادة من هذا الجين إلا فى الهجن فقط ؛ ذلك لأن النباتات الأصلية rin rin لا تتلون ثمارها باللون الأحمر ، وأقصى ما يمكن أن تصل إليه هو اللون الأصفر . لا تكون هذه الثمار مستساغة الطعم ؛ وعليه فهى لا تصلح للاستهلاك . أما ثمار النباتات الخليطة +/ rin .. فيجب ألا تقطف قبل وصولها إلى طور النضج الأحمر . وإذا جمعت - وهى فى طور النضج الأخضر - فإنها لا تصل فى التلوين إلى أكثر من اللون البرتقالى المصفر ، وتكون رديئة الطعم . هذا .. إلا أن طعمها يكون مقبولاً إذا قطفت وهى مكتملة التلوين (Kopeliovitch وآخرون ١٩٨٢) .

ويبدو أن احتفاظ الثمار الحاملة للجين rin بصلابتها أثناء التخزين مرده إلى أنها تخلو من أى نشاط لإنزيم polygalacturonase . ففى دراسة – قورن فيها نشاط الإنزيمات pectinestrase ، و polygalacturonase ، و cellulase (وهى الإنزيمات المسئولة عن التغيرات التى تؤدى إلى فقدان ثمار الطماطم لصلابتها) فى ثمار على درجات مختلفة من النضج من سلالتين من الصنف رتجرز Rutgers إحداهما عادية . بينما تحمل الأخرى الجين rin – وجد أن نشاط هذه الإنزيمات فى السلالة الحاملة للطفرة مقارنة بالسلالة العادية كان كما يلى : لم يتغير نشاط إنزيم pectinestrase أثناء نضج الثمار ، وازداد نشاط إيزيم cellulase ، بينما لم يلاحظ أى نشاط لإنزيم palygalacturonase (عن Whitaker ١٩٧٩) .

٢ – طفرة " عدم النضج " non-ripening :

يتحكم فى هذه الطفرة الجين المتنحى nor ، وتتميز ثمار النباتات الأصيلة فى الطفرة بأنها تتكون ببطء شديد ، وتبقى محتفظة بصلابتها لعدة أشهر بعد الحصاد . يستخدم هذا الجين – كذلك – فى الهجن فقط ؛ ذلك لأن النباتات الأصيلة nor nor لا تتلون بأكثر من اللون البرتقالى المصفر بعد أكثر من ٥ – ٦ شهور من القطف ، فضلاً على أن طعمها غير مستساغ ولا تصلح للاستهلاك . أما الثمار الخليطة + / nor .. فإنها تنضج بصورة طبيعية ، وتكتسب لوناً أحمر عادياً . إذا تركت لتكمل نضجها على النبات ؛ ويكون طعمها جيداً – خاصة إذا أنتجت فى بيئة ملحية – أما إذا قطفت هذه الثمار قبل اكتمال تلوينها .. فإنها لا تكمل نضجها بصورة طبيعية ؛ حيث تظل باهتة اللون إذا قطفت فى طور النضج الوردى ، ولا تتلون إذا قطفت فى طور النضج الأخضر (Buescher وآخرون ١٩٨١) .

وترجع قدرة ثمار هذه الطفرة على الاحتفاظ بصلابتها لفترات طويلة – عند التخزين – إلى قلة نشاط إنزيم الـ polygalacturonase بها .

وبالمقارنة .. فإن ثمار الهجن + / rin + / nor تكتسب لونا أحمر باهتاً إذا تركت لتكمل نضجها على النبات . وتبقى هذه الثمار محتفظة بجودتها لمدة ٣ – ٤ أسابيع بعد الحصاد فى درجة حرارة الغرفة ، ثم تبدأ البذور – بعد ذلك – فى الإنبات داخل الثمرة . أما إذا قطفت الثمار فى مرحلة النضج الأخضر .. فإنها لا تكتسب أكثر من اللون البرتقالى

المصفر بعد الحصاد .

وقد جرت محاولات لتحسين تلوين ثمار السلالات nor بإضافة الطفرات الأخرى المحسنة للون إليها ، وكانت النتائج كما يلى :

أ – تميزت ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى nor nor hphp بصلابتها الشديدة ، مع احتفاظها بجودتها لعدة شهورة أثناء التخزين ، وكان لون هذه الثمار أحمر فاتحاً من الخارج ، وطبيعياً من الداخل .

ب – تميزت ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى nor nor h_p h_p og^c og^c بصلابتها الشديدة ، مع احتفاظها بجودتها لعدة شهور أثناء التخزين . وكان لون هذه الثمار طبيعياً من الخارج ، وأكثر احمراراً من الثمار العادية من الداخل .

أما عن عدم استساغة طعم ثمار النباتات الأصيلة فى أى من الطفرتين rin ، أو nor .. فيبدو أن مرده إلى خلوهما من بعض المركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة المميزة للطماطم . فقد وجد McGlasson وآخرون (١٩٨٧) أن ثمار الطفرتين rin ، و nor تخلوان من ١٥ مركباً متطايراً وجدت فى الثمار الطبيعية ، وصنفت على أنها ذات رائحة متوسطة إلى قوية واشتملت على : اثنين من الألدهيدات ، وسبعة كحولات ، واثنين من الكيتونات ، وثلاثة مركبات كبريتية ، ومركب فينولى واحد .

٣ – الطفرة " لا تنضج أبداً " never ripe :

يتحكم الجين Nr فى هذه الطفرة التى تتميز بأن ثمارها لا تفقد صلابتها إلا ببطء شديد . وقد وجد Hobson (١٩٦٧) أن هذا الجين سائد جزئياً ، وأن النباتات الحاملة له تنضج ثمارها وتتلون ببطء ، كما تفقد صلابتها ببطء كذلك . وتميزت الثمار الحاملة لهذا الجين بقلة ذوبان المواد البكتينية فيها ، وضعف نشاط إنزيم الـ polygalcturonase بها .

٤ – الطفرة " ألكوباكو " Alcobaco :

يتحكم فى هذه الطفرة الجين المتنحى alc وتتميز ثمار النباتات الأصلية فى الطفرة بأنها تحتفظ بصلابتها لفترات طويلة بعد الحصاد ، إلا أنها لا تكمل تلونها بصورة طبيعية .

ويتأثر اللون النهائى للثمرة بلونها عند حصادها كما يلى :

لون الثمرة عند الحصاد	اللون النهائى للثمرة فى المخزن
أخضر	أصفر
بداية التلوين	برتقالى
بعد بداية التلوين بأسبوعين	أحمر فاتح
أحمر (الثمار مكتملة النضج)	أحمر فاتح

وتكون الثمار الناضجة – طبيعياً – على النبات ذات لون وطعم مقبولين ، وتحتفظ بجودتها عند التخزين لفترات طويلة . ولهذا الجين المتنحى تأثير متعدد فى تلون الثمار وصلابتها ونشاط الإنزيمات المحللة للمواد البكتينية بها ، وهى الإنزيمات المسئولة عن زيادة نوبان المواد البكتينية . هذا .. ويظهر فى الجيل الثانى للهجين + / alc تدرجات فى اللون ، يعتقد أنها ترجع إلى بعض الجينات المحورة (Kopeliovitch وآخرون ١٩٨١) .

وتأييداً لذلك .. وجد Lobo وآخرون (١٩٨٤) أن هذه الطفرة يتحكم فيها جين متنح يؤدى إلى بطء كل من التنفس وإنتاج الإيثيلين ، وتأخير فقد الثمار لصلابتها ، ونقص نشاط إنزيم الـ polygalacturonase ، وزيادة فترة تخزين الثمار . وقد توصل الباحثون من دراستهم إلى أن هذا الجين آليلى للجين nor ، واقترحوا الرمز nor^A ، علما بأنه – أى nor^A – كان سائداً على آليله nor . إلا أن Mutschler (١٩٨٤ أ) توصلت من دراستها إلى أن الطفرة ألكوباكو والجين nor ليسا آليلِّين ، ولكنهما مرتبطان ، ببعضيهما ؛ حيث إن المسافة بينهما هى ١٧ وحدة عبور . وقد وجدت أن الجيل الأول الخليط فى كل من alc ، و nor تتلون ثماره بعكس النباتات الأصيلة فى أى منهما ، وهو سلوك يدل على أن الجينين غير آليليين ، كما ظهرت نباتات انعزالية فى الجيل الثانى للتلقيح alc x nor ، وهو ما يؤكد نفس الاستنتاج .

وقد أوضحت هذه الدراسة أن الجين alc يقع قرب نهاية الذراع القصيرة للكروموسوم رقم ١٠ على مسافة ٢٠ وحدة عبور من الجين u الخاص بالنضج

المتجانس unifor ripening ، وعلى نحو ١٤ وحدة عبور من الجين hy الخاص باللون الأصفر المتجانس homogenous yellow .

وفى دراستها على خصائص النضج والتخزين لثمار نباتات الطماطم الحاملة للطفرة ألكوباكو بحالة أصيلة أو خليطة .. وجدت Mutschler (١٩٨٤) ما يلى :

أ – أظهرت ثمار النباتات الخليطة فى الطفرة زيادة في القدرة التخزينية مقدارها ٧٨ ٪ عما فى الصنف رتجرز .

ب – أظهرت الثمار المكتملة النضج للنباتات الأصيلة فى الطفرة زيادة فى القدرة التخزينية مقدارها ٣٠٠٪ عما فى الصنف رتجرز . كان متوسط فترة التخزين ٤٠ يوماً . هذا .. مع العلم بأن الزيادة فى القدرة التخزينية لم تكن مصاحبة بزيادة مبدئية (أى عند بداية التخزين) فى صلابة الثمار ، وإنما كانت مصاحبة بنقص فى معدل فقد الثمار التامة النضج لصلابتها أثناء التخزين ، مقارنة بمعدل النقص فى صلابة الثمار العادية .

جـ – لم تؤثر الطفرة فى pH الثمار ، أو نسبة المواد الصلبة الذائبة بها ، أو على المدة من الإزهار لحين وصول الثمرة إلى مرحلة النضج الأخضر ؛ إلا أن الطفرة أبطأت وصول الثمار – بعد ذلك – إلى مرحلة اكتمال النضج .

د – توقفت درجة التلوين التى وصلت إليها الثمار أثناء التخزين على مرحلة النضج التى قطفت عندها ؛ علماً بأن مرحلة بداية التلوين كانت هى الحد الأدنى الذى يجب أن تقطف عنده الثمار ؛ لكى تكمل نضجها بعد ذلك .

هـ – قلّ إنتاج الإيثيلين فى الثمار المقطوفة بمقدار ٢٥ ٪ عما فى الصنف رتجرز . وأثرت مرحلة نضج الثمار عند قطفها فى مدى إنتاجها للإيثيلين بعد ذلك .

وقد تمكنت Mutschler من إدخال الجين alc فى صنف الطماطم New Yorker ، وأنتجت سلالة التربية Cornell 111 التى تميزت بكل صفات الصنف التجارى ، غير أن ثمارها كانت أكثر صلابة وأبطأ نضجاً ، وأبهت لوناً من الداخل بسبب هذا الجين . وقد توقف مدى تأثير الجين alc فى لون الثمار على الخلفية الوراثية للنبات الذى يوجد به هذا الجين ؛ حيث تراوح اللون بين الردىء والمتوسط (كما فى Cornell 111) والطبيعى تقريباً .

ولا تعرف وسيلة للتنبؤ بلون الثمار قبل إجراء التلقيحات ، إلا أن الدراسة أوضحت أن هذا الجين يؤدى مع الجين المسئول عن الكتف الأخضر فى الثمار غير الناضجة إلى أن تصبح أكتاف الثمار صفراء زاهية عند النضج دون أن تكتسب لوناً أحمر . ولهذا اقترح إدخال الجين alc فى الأصناف التى تحتوى على الجين u المسئول عن لون الثمار الأخضر المتجانس ، وخاصة أنه وجد ارتباط قدره ٢٠ وحدة عبور بين الجينين Alc ، و U .

هذا .. ويمكن انتخاب النباتات الأصيلة فى الجين alc باختبار القدرة التخزينية لثمارها بعد أن تنضج طبيعياً على النبات . كما يمكن تمييز النباتات الخليطة فى الجين ، لأن ثمارها تتحمل التخزين على درجة ٢٠°م لمدة تزيد بنحو ٥٠ ٪ على المدة التى تبقى خلالها الثمار العادية مخزنة بحالة جيدة . وإذا قطفت ثمار النباتات الأصيلة فى الطفرة – وهى خضراء ناضجة – فإنها لا تتلون أبداً بصورة طبيعية ؛ حيث لا يزيد تلوينها عن اللون البرتقالى المصفر . وبرغم أنه يمكن الاستفادة من هذه الخاصية فى انتخاب النباتات المتنحية الأصيلة مبكراً .. إلا أنه لا ينصح باتباع هذه الطريقة ؛ لأنها لا تسمح بانتخاب التراكيب الوراثية التى يكون لون ثمارها الداخلى جيداً .

٥ – الطفرة " النضج الأخضر " Green Ripe :

يتحكم فى هذه الطفرة الجين السائد Gr الذى جاء ذكره لأو ل مرة فى عام ١٩٥٢ . وهو جين يؤدى إلى عدم تحلل الكلوروفيل فى الثمار الناضجة . وقد عزلت الطفرة من كيميرا ثمرية ظهرت فيها مقاطع خضراء وأخرى حمراء . وليست هذه الطفرة آلية لأى من الجينات rin ، أو nor ، أو Nr .

وقد وجد Jarret وآخرون (١٩٨٤) أن ثمار النباتات الحاملة لهذا الجين يظهر بها الكلايمكترك ، وتنتج كميات متزايدة من الإيثيلين بعد الحصاد ، ولكن مع تأخر كبير ؛ حيث يبلغ أقصى إنتاج للإيثيلين بعد بداية الزيادة بنحو ٢٠ يوماً . كذلك .. فإن نشاط إنزيم الـPolygalacturonase يزيد مع تقدم الثمار فى العمر ، إلا أنه لا يصل إلى أكثر من ٣ – ٥ ٪ من نشاط الإنزيم فى الصنف رتجرز ؛ وعليه .. فإن الثمار الحاملة لهذا الجين تظل صلبة لفترة طويلة بعد الحصاد . وقد تبين أن تأثير الجين على كل من معدل إنتاج الإيثيلين ونشاط الإنزيم سائد سيادة تامة .

التربية للصلاحية للتعليب

تتطلب تعبئة ثمار الطماطم كاملة فى العلب إزالة جلد الثمرة دون الإضرار بها . وتؤدى هذه العملية إلى تلف نسبة كبيرة من الثمار ؛ ففى كاليفورنيا .. تتلف أربع ثمار مقابل كل ثمرة يتم سلخ جلدها بصورة جيدة تصلح معها للتعليب ؛ لذا .. فإن التربية لسهولة سلخ جلد الثمرة من الأهمية بمكان فى تلك الصناعة (عن Stevens ١٩٧٩) .

ويعتبر صنف الطماطم موريتا Murrietta من أصلح أصناف الطماطم للتعليب ؛ لسهولة سلخ جلد ثماره .

الارتباطات بين صفات الجودة وبعض الصفات النباتية الهامة

يوضح جدول (٢-٤) الارتباطات التى وجدت بين بعض صفات الجودة ، وبعض الصفات النباتية الهامة (Radwan وآخرون ١٩٧٩) .

جدول (٢-٤) : الارتباطات بين صفات الجودة وبعض الصفات النباتية الأخرى .

الصفة	نوع الارتباط	الصفات المرتبطة
النمو المحدود	موجب	المحصول المبكر ، والمحتوى المرتفع من كل من فيتامين جـ ، والحموضة المعايرة.
النمو غير المحدود	موجب	حجم الثمرة ، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بها .
قوة النمو الخضرى	سالب	محتوى الثمار من فيتامين جـ .
المحصول الكلى	موجب	وزن الثمرة ، وعدد الثمار بالنبات .
المحصول الكلى	سالب	المحصول المبكر ، ومحتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية .
المحصول المبكر	موجب	عدد الثمار بالنبات ، ومحتواها من الحموضة المعايرة .
الحموضة المعايرة	موجب	محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية .
المواد الصلبة الذائبة الكلية	سالب	حجم الثمرة .
نسبة السكريات	موجب	محتوى الثمار من فيتامين جـ .
الحموضة المعايرة	سالب	حجم الثمرة وعدد حجراتها .
صلابة الثمرة	سالب	حجم الثمرة ، وعدد حجراتها ، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بها .
صلابة الثمرة	موجب	سمك الجدر الثمرية .
وزن الثمرة	موجب	عدد الحجرات بالثمرة .
وزن الثمرة	سالب	محتوى الثمرة من فيتامين جـ ، والحموضة المعايرة .

ولمزيد من التفاصيل عن التربية لصفات الجودة فى الطماطم .. يراجع Porter (١٩٦٠)، وStevens (١٩٨٦) .

التربية لمقاومة العيوب الفسيولوجية

تقتصر المناقشة فى هذا الجزء على التربية لمقاومة العيوب التى تظهر على الثمار ، ويكون مردها إلى أسباب فسيولوجية . أما التربية لمقاومة الظواهر الوراثية غير الطبيعية ، والآفات بأنواعها المختلفة .. فإنها تناقش فى الجزء التالى ، والفصل الرابع على التوالى .

التربية لمقاومة تشققات الثمار

تختلف أصناف الطماطم - كثيراً - فى قابلية ثمارها للتشقق . ومن بين الأصناف المنتشرة في الزراعة محلياً .. تعد الأصناف يوسى ٨٢ ، و بيتو ٨٦ ، ويوسى ٩٧ -٣ أكثرها مقاومة ، والصنف فى إف إن ٨ أشدها قابلية للإصابة بالتشقق الدائرى . هذا .. بينما توجد أصناف أخرى شديدة القابلية للإصابة بالتشقق العمودى ، ولا تزرع محلياً ؛ مثل : بيربز صنى بروك إيرليانا Burpee's Sunnybrook Earliana ، وبنك سوبريم كليمر Pink Supreme Climber .

تتطلب التربية لمقاومة تشققات الثمار تعريض النباتات أو الثمار لظروف مهيئة لظهور التشققات فى الأصناف أو السلالات القابلة للإصابة ، ثم تقدير درجة الإصابة حسب شدة الأعراض .

وتختبر قابلية الأصناف للإصابة بالتشقق بوسائل مباشرة ، وأخرى غير مباشرة كما يلى :

١ - رى الحقول رياً غزيراً أثناء مرحلة النضج الأحمر للثمار ؛ حيث يؤدى هذا الإجراء إلى إحداث تفلقات كثيرة وتشققات عمودية فى الثمار التى لديها الاستعداد لذلك . ويفيد الرى بالرش ، خاصة فى هذا الشأن .

٢ - أمكن استبعاد مختلف العوامل البيئية المؤثرة فى التشقق ؛ باختبار معملى تعرض فيه الثمار - وهى فى بداية مرحلة التلوين - لتفريغ جزئى وهى مغمورة فى الماء ، مع

استمرار التفريغ إلى أن يتوقف خروج الفقاعات من مكان عنق الثمرة ، ثم يوقف التفريغ ، مع استمرار غمر الثمار فى الماء تحت الضغط الجوى العادى . يؤدى الاختبار إلى إحداث تشققات فى الثمار تتناسب شدتها مع مدى قابلية التركيب الوراثى للإصابة .

٣ - اختبار مدى متانة جلد الثمرة كدليل على مدى مقاومتها للتشقق ، وبرغم أنه لم يقم دليل قوى على وجود علاقة مؤكدة بين الصفتين . هذا ... إلاّ أن Voisey وآخرين (١٩٧٠) وجدوا أن اختبار الوخز Puncture test - وهو مقياس لمتانة جلد الثمرة - أفاد فى تقييم درجة التشقق . وقد أوضح الباحثون أن مساندة الجدر الثمرية للجلد فى المقاومة للوخز يمكن أن تؤثر فى النتائج .

٤ - استفاد Chu & Thompson (١٩٧٢) من الارتباط بين المقاومة للتشقق وصفة الكأس اللحمى Fleshy Calyx فى الانتخاب لمقاومة التشقق . وتتميز صفة الكأس اللحمية - وهى مستمدة من النوع البرى L. hirsutum - بأن كأس الثمرة تكون سميكة ، وفصوصها عريضة ، خاصة عند القاعدة . وقد لاحظ الباحثان أن النباتات المنعزلة فى هذه الصفة كانت أكثر مقاومة للتشقق ، وبرغم أن صفة الكأس اللحمية بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة (الجين fl) ، وأن هذا الجين ليس له تأثير متعدد على المقاومة للتشقق .. إلاّ أن الباحثين اعتقدا فى أهمية هذه الصفة عند الانتخاب لمقاومة التشقق .

وتقاس التشققات - بعد إحداثها - بإحدى الطرق الآتية :

١ - باستخدام مقياس وصفى للدرجات المختلفة للتشقق .

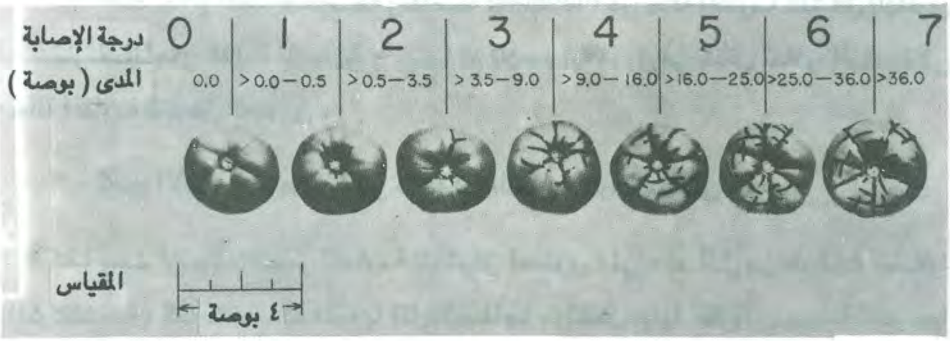
٢ - بعمل خريطة للتشققات ، ثم قياس أطوالها باستعمال بلانيمتر Planimeter . وتتميز هذه الطريقة بالدقة ، إلاّ أنها بطيئة للغاية ، ولا تصلح لأغراض التربية .

٣ - استخدم Armstrong & Thompson (١٩٦٩) مقياساً كمياً ، حول فيه قراءة التشقق س إلى سَ حيث :

$$\text{سَ} = \sqrt{\text{س} + ٠٫٥}$$

يؤدى هذا التحويل إلى جعل توزيع درجات التشقق أكثر ميلاً نحو التوزيع الطبيعى ،

بينما يجنح التوزيع العادى (بدون تحويل) نحو التشققات القليلة . ويوضح شكل (٢ - ٥) الدرجات المختلفة للتشقق ، حسب هذا المقياس الذى يعتمد على الشقوق الكلية ، سواء أكانت عمودية ، أم دائرية ، وإن كان من الممكن عمل مقياس مستقل لكل منهما . ويتضح من الشكل أن المقياس يأخذ - فى الحسبان - الاختلافات الضئيلة فى شدة التشقق فى درجاته المنخفضة ، بينما تتسع الفروق فى شدة التشقق بين الدرجات العالية من المقياس . وتلك هى نفس الفروق التى تسهل ملاحظتها بالعين المجردة .



شكل (٢-٥) : مقياس لدرجات التشقق فى ثمار الطماطم يصلح لأعراض التربية .

وقد وجد الباحثان ارتباطاً جوهرياً بين درجة التشقق المقدرة حسب هذا المقياس ، وشدة التشقق المحسوبة كمياً من أطوال الشقوق . ويتميز المقياس بالسرعة التى يمكن بها تقدير درجة التشقق ، وهى أمر مطلوب فى برامج التربية .

وقد أجريت عديد من الدراسات على وراثة صفة المقاومة للتشقق فى ثمار الطماطم ، وهى تكاد تجمع على أنها صفة كمية يتحكم فيها أكثر من جين . ومن النتائج التى أمكن التوصل إليها أن صفتى المقاومة للتشقق العمودى والتشقق الدائرى يتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى ومستقلة عن بعضها البعض . كما وجد Gilbert عام ١٩٥٩ أن المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور - المتحصل عليها من النوع البرى L. peruvianum - ترتبط بالقابلية للإصابة بالتشقق الدائرى ، إلا أنه أمكن كسر هذا الارتباط . كذلك ذُكِرَ أن المقاومة للتشقق الدائرى صفة متنحية ، بينما يتحكم فى المقاومة للتشقق العمودى ٢ -٣ أزواج من

الجينات الرئيسية – منها جين واحد على الأقل سائد – بالإضافة إلى عدة جينات أخرى أقل تأثيراً . كما وُجِدَ أن صفة المقاومة للتشقق تورث مستقلة عن صفة حجم الثمرة . أما صفة التفلق .. فقد وجد أنه يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ؛ أحدهما سائد ، والثانى متنح ، وهى صفة تورث مستقلة عن التشقق بنوعيه (عن Walter ١٩٦٧) .

وعن طبيعة المقاومة للتشقق .. أوضحت دراسات Cotner وآخرين (١٩٦٩) أن الثمار المقاومة للتشقق تميزت بما يلى :

١ – كانت خلايا البشرة منبسطة ومفلطحة Flattened فى حالة المقاومة للتشقق الدائرى – مقارنة بالثمار القابلة للإصابة – بينما لم تلاحظ أية فروق فى شكل خلايا البشرة فى حالة المقاومة للتشقق العمودى .

٢ – كانت الأنسجة الوعائية أكثر كثافة فى الثمار المقاومة للتشقق بنوعيه .

كما وجد أن جلد الثمار المقاومة للتشقق احتوى على عدد أقل من طبقات الخلايا الكولنشيمية ، كما كانت هذه الخلايا أقل انضغاطا ، وتغلغل بينها الكيوتين بدرجة أكبر مما فى الثمار القابلة للإصابة . ووجد Voisey وآخرون (١٩٧٠) أن المقاومة للتشقق لا ترتبط بسمك جلد الثمرة ، وإنما بمدى متانته وقابليته للتمدد . وتتوقف هاتان الخاصيتان على مدى تغلغل طبقة الكيوتين الخارجية بين خلايا الطبقة الخارجية للجلد .

من جهة أخرى .. توصل Batal وآخرون (١٩٧٢) إلى أن معاملة ثمار الطماطم ببعض منظمات النمو أدى إلى خفض تشقق الثمار فى الصنف مارجلوب Marglobe القابل للإصابة بالتشقق ، إلى مستوى التشقق فى الثمار غير المعاملة للصنف المقاوم هاينز ١٣٥٠ Heinz 1350 ، وكانت أكثر المعاملات تأثيراً هى :

١ – حامض الجبريلليك بتركيز ١٥ جزءاً فى المليون – منفرداً – أو بالإضافة إلى IAA بتركيز ١٥ جزءاً فى المليون .

٢ – IAA بتركيز ١٥ ، أو ٣٠ جزءاً فى المليون مع الكاينتين بتركيز ١٥ جزءاً فى المليون.

وقد وجد الباحثون تشابهاً فى شكل خلايا البشرة ، وحجم خلايا تحت البشرة ، وخلايا

الجدر الثمرية الوسطية mesocarp بين ثمار الصنف مارجلوب المعاملة ، وثمار الصنف هاينز ١٣٥٠ غير المعاملة .

أما بالنسبة لصفة الكأس اللحمى – التى وجد أنها مرتبطة بصفة المقاومة للتشقق – فقد ذكر Chu & Thompson (١٩٧٢) أن الأوراق (السبلات) اللحمية ربما تعمل على تجنيب امتصاص الثمرة لكميات زائدة من الماء ؛ الأمر الذى يقلل من إصابتها بالتشقق .

التربية لمقاومة تعفن الطرف الزهرى

تتعرض جميع أصناف الطماطم للإصابة بتعفن الطرف الزهرى blossom end rot ، إلاّ أن حدة الإصابة تزداد فى الأصناف الكمثرية ؛ مثل سان مارزانو San Marzano . وتعتبر الأصناف ذات الثمار المستطيلة elongated – مثل كاسلونج Castlong – أكثرها قابلية للإصابة ؛ حيث تظهر عليها أعراض الإصابة بشدة ، عندما لا تتوفر لها الرطوبة الأرضية بانتظام .

ترتبط صفة مقاومة تعفن الطرف الزهرى بقدرة النبات على امتصاص وتمثيل الكالسيوم . وتأكيداً لذلك .. وجد Greenleaf & Adams (١٩٦٩) فى ثلاث سلالات من الطماطم العلاقات التالية :

١ – كانت السلالة Au-1 مقاومة بدرجة عالية لتعفن الطرف الزهرى ، وذات قدرة كبيرة على امتصاص الكالسيوم وتركيزه فى النبات .

٢ – كانت السلالة Au-3 مقاومة بدرجة متوسطة للعيب الفسيولوجى ، ولزم لها كميات أقل من الكالسيوم ؛ حتى لا تظهر عليها أعراض الإصابة .

٣ – كانت السلالة Au-2 شديدة القابلية للإصابة بالعيب الفسيولوجى ، وذات احتياجات كبيرة من الكالسيوم ، إلاّ أن قدرتها على امتصاص ونقل الكالسيوم فى النبات كانت منخفضة .

وقد أوضحت الدراسات الوراثية وجود ارتباط قوى بين شدة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى ، وصفة النضج الأخضر المتجانس ؛ حيث زادت الإصابة جوهريا فى الثمار uu

عما فى الثمار UU ، أو Uu .

التربية لمقاومة النضج المتبقع

تختلف أصناف الطماطم فى قابليتها للإصابة بالنضج المتبقع blotchy ripening . فعلى سبيل المثال .. وجد لدى مقارنة أربعة أصناف أن الصنف هيالنى Healani كان مقاوماً ، وتلاه الصنف والترWalter الذى كان أقل مقاومة ، بينما كان الصنف هومستد ٢٤ Homstead 24 قابلاً للإصابة ، والصنف فلوراديد Floradade أكثرها تعرضاً للإصابة (Picha & Hall ١٩٨١) .

وعن وراثة المقاومة .. أوضح Phillip وآخرون (١٩٦٦) أن إصابة الطماطم بفيرس تبرقش الدخان تحدث أعراضاً مماثلة للتبقع البنى الداخلى والجدر الرمادية – وهما عرضان من أعراض النضج المتبقع – وأن ظهور هذه الأعراض عقب الإصابة بالفيرس يحكمها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية . ولكن Dick & Shattuck (١٩٩٠) أوضحا أن الظاهرة – ذاتها – كمية ، وأن الجينات التى تتحكم فيها ذات تأثير إضافى أساساً .

أما عن طبيعة المقاومة للنضج المتبقع .. فلم يجد Picha & Hall (١٩٨١) اختلافات فى محتوى البوتاسيوم ، أو الكالسيوم ، أو المغنيسيوم ، أو الفوسفور فى الجدر الثمرية لأربعة أصناف من الطماطم ، تختلف فى مقاومتها وقابليتها للإصابة بالنضج المتبقع (وهى الأصناف التى سبقت الإشارة إليها) . هذا .. برغم أن أعراض النضج المتبقع تقل مع زيادة التسميد البوتاسى ، الذى يكون مصاحباً بزيادة فى محتوى الجدر الثمرية من هذا العنصر .

التربية لمقاومة الجيوب

تختلف أصناف الطماطم – كثيراً – فى استعدادها الوراثى للإصابة بالجيوب Puffiness . وقد اختبر Palevitch & Kedar (١٩٧٠) عدداً من الأصناف ، ووجدا أن بونر Bonner ، وبوتنتيت Potentate كانت أكثرها مقاومة ، بينما كانت الأصناف إكسبشن Exhibition ، و منى ميكر Moneymaker ، و إى إس ١ E.S.1 ، وبركو Berco ، وأيلساكريج Ailsa Craig أكثرها قابلية لإصابة . كذلك يعتبر الصنفان فينتورا Ventura ،

وبيس سيتر Pacessetter شديدى القابلية للإصابة بالجيوب . ويعتقد أن الأصناف ذات الثمار الكبيرة المنضغطة المتعددة المساكن أقل تعرضاً للإصابة بالجيوب من الأصناف ذات الثمار الكروية ، أو الكمثرية الصغيرة القليلة المساكن .

وقد تبين من الدراسات الوراثية التى أجراها Palevitch & Kedar (١٩٧٠) – تحت ظـروف الحقل – أن المقاومة للجيوب صفة سائدة جزئياً ، ويتحكم فيها عدد قليل من الجينات ، وأنها ذات درجة توريث مرتفعة نسبياً .

التربية للتخلص من الظواهر الوراثية غير الطبيعية

التربية للتخلص من جدرى الثمار

إن جدرى الثمار Fruit Pox مرض وراثى ، يظهر على ثمار الطماطم فى شكل بقع صغيرة أدكن لوناً من بقية الثمرة ، تصبح ذهبية اللون عن اكتمال نضج الثمرة . تجف البقع وربما تتفتح عندما تتعرض الثمار المصابة لأشعة الشمس ؛ مما يسمح بإصابتها بالفطريات المسببة للعفن . وتلك حالة وراثية يتحكم فى ظهورها جين واحد متنح . وتستبعد النباتات الحاملة لهذا الجين أولا بأول فى برامج التربية (.Univ. of Calif ١٩٨٢) .

التربية للتخلص من اللون الأخضر فى جيلاتين المساكن

تظهر المادة الجلاتينية المحيطة بالبذور – أحياناً – بلون أخضر ، برغم اكتمال نضج الثمار .

تعرف هذه الحالة باسم green gel ، وهى ظاهرة وراثية ، تتأثر حدتها بالعوامل البيئية، وتتباين أصناف الطماطم فى قابليتها للإصابة بها . ويذكر Walter (١٩٦٧) أن هذه الصفة يتحكم فى ظهورها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية .

التربية لمقاومة التلون الفضى للأوراق

تعرف حالة التلون الفضى لأوراق الطماطم بالاسم Slivering ، وقد تكون مصاحبة بتشوهات فى الأوراق leaf distortion ، وتبرقشات محدودة بها leaf flecking . وتظهر الأعراض على معظم أصناف الطماطم ، عندما يكون نموها فى درجة حرارة منخفضة ،

تتـراوح من ١٣ – ١٥°م ، ولا تظهـر فى درجـات الحـرارة الأقل من ذلك ؛ نظراً لأن تطور الإصابة يتطلب حداً أدنى من النمو ، بينما لا تنمو الطماطم فى درجات الحرارة الأقل من ذلك . تكون أعراض التلون الفضى على صورة مساحات خضراء باهتة اللون بالأوراق لا يكون لها شكل محدد ؛ وإذا حدثت الإصابة فى بداية النمو .. فإن الأنسجة الصغيرة تكون – عادة – بيضاء أو فضية اللون . كذلك تظهر تشوهات الأوراق والتبرقشات المحدودة تحت نفس الظروف .

وقد تبين أن جميع هذه الحالات تسببها طفرات سيتوبلازمية ، تحدث عند تعرض النباتات لدرجات حرارة منخفضة تستمر لعدة أسابيع . تحدث هذه الطفرات فى طبقة تحت البشرة Sub epidermal layer (التى تأخذ الرمز L2) فـقط ، ولا تورث إلاّ عن طريق السيتوبلازم ويبدو أن الطفرات المسئولة عن التلون الفضى وتشوهات الأوراق تحدث مبكراً خلال المراحل الأولى لنمو الساق ، أو أنها تحدث فى القمة النامية للنبات . أما الطفرات المسئولة عن التبرقشات البيضاء المحدودة بالأوراق .. فإنها تحدث فى المراحل المتأخرة من النمو الورقى .

توجد المقاومة للتلون الفضى فى بعض الأنواع البرية مثل L. hirsutum ، و L. pim-pinellifolium ، وأمكن نقلها إلى الطماطم المزروعة . كذلك وجد أن سيتوبلازم الصنف سانو Sano كان خالياً من طفرات اللون الفضى ، إلاّ أنه تظهر به طفرات التبرقشات البيضاء المحدودة عند نمو النباتات فى درجات حرارة منخفضة عن تلك التى تنمو فيها الطماطم تجارياً (Grimbly ١٩٨١ ، و ١٩٨١ أ) .

التخلص من الجين ned :

لايظهر تأثير الجين المتنحى ned إلاّ فى درجات الحرارة الأعلى من ٢٨° ؛ حيث يؤدى إلى ظهور بقع بنية متحللة بالأوراق والثمار ، قد يزداد عددها وتتصل ببعضها ؛ لتشغل مساحات واسعة من الأعضاء النباتية المصابة (R.Provvidenti – اتصال شخصى١٩٨٣) .

الفصل الثالث

الطماطم : التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية والتأقلم على وسائل الإنتاج

التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية

تستحوذ التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية فى الطماطم وغيرها من المحاصيل الاقتصادية الهامة على اهتمام كثيرين من مربى النبات فى مختلف أنحاء العالم . وتعد الطماطم من المحاصيل الرائدة فى هذا الجانب من التربية ؛ لما يتوفر فيها وفى الأنواع البرية القريبة منها من تباينات فى صفات القدرة على تحمل مختلف الظروف البيئية ، ولكونها من أهم محاصيل الخضر .

التربية لإسراع إنبات البذور

يعد إسراع إنبات البذور - فى حد ذاته - وسيلة فعالة لتجنب احتمالات تعرضها لظروف بيئية غير مناسبة ، ولتقيصر الفترة التى تظل البذور معرضة خلالها لهذه الظروف إن وجدت.

لقد لوحظت اختلافات واضحة بين أصناف الطماطم فى سرعة إنبات بذورها . ووجد Whittington & Fierlanger (١٩٧٢) أن سرعة الإنبات صفة وراثية تتميز بمايلى :

١ - أغلب التأثير الجينى فيها إضافى .

٢ - تتأثر بالتراكيب الوراثى للنبات الأم .

٣ - ترتبط إيجابياً بوزن البذرة .

كما تبين من دراسات Pet & Garretsen (١٩٨٣) وجود اختلافات وراثية بين أصناف الطماطم فى حجم بذورها ؛ حيث ظهرت صفة البذور الكبيرة فى هجين الطماطم إكستيز Extase . ويستدل من دراستهما على أن هذه الصفة يتحكم فيها عوامل سيتوبلازمية . وقد أكدت الدراسة أن البذور الكبيرة تنبت بسرعة أكبر من الصغيرة ، وتنتج بادرات ذات أوراق فلقية أكبر حجماً ، ونباتات أقوى نمواً . إلاّ أن تأثير حجم البذرة يختفى - غالباً - فى النباتات الكبيرة .

التربية لتحسين إنبات البذور فى درجات الحرارة المنخفضة

ترجع أهمية التربية لتحسين إنبات البذور فى درجات الحرارة المنخفضة إلى أن ذلك يساعد على ما يلى :

- إمكانية الزراعة مبكراً فى شهر يناير ، دونما حاجة إلى تدفئة المشاتل لتشجيع الإنبات .

- تجانس الإنبات ؛ ومن ثم .. تجانس النضج فى حقول الحصاد الآلى التى تزرع بالبذور مباشرة ؛ الأمر الذى يزيد من كفاءة عملية الحصاد (عن De Vos ١٩٨١) .

ونتناول الموضوع - فيما يلى - من حيث التباينات فى الصفة ، ووراثتها ، وطبيعتها .

أولاً التباينات الوراثية فى قدرة البذور على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة :

قام Scott & Jones (١٩٨٢) بمقارنة ١٨ سلالة تنمو برياً فى الجبال على ارتفاعات كبيرة - حيث تكون الحرارة منخفضة - وتمثل خمسة أنواع من الجنس Lycopersicon ، مع ١٩ سلالة من الطماطم تتميز بقدرة بذورها على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة ، وتوصل الباحثان إلى النتائج التالية :

١ - أظهرت سلالة الطماطم P.I. 120256 (وهى أهم سلالات الطماطم المعروفة بقدرتها على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة) أعلى قدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة ، مقارنة بجميع سلالات الطماطم الأخرى ؛ حيث أنبتت ٣٠ ٪ من بذورها خلال ١٢ يوماً على درجة حرارة ١٠ °م ؛ وتساوت فى ذلك مع السلالة P.I.126435

من النوع البرى L. peruvianum .

٢ – أنبتت السلالة LA 460 من النوع البرى L. chilense بنسبة ١٠٠٪ خلال فترة ١٢ يوماً على درجة حرارة ١٠°م ، علماً بأن صفات ثمارها ليست أسوأ حالاً من أكثر سلالات الطماطم قدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة التى تبرز من ثمارها خطوط خضراء متعرجة ويبين جدول (٣–١) مقارنة بين السلالتين فى القدرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة . كما تميزت السلالة البرية بأن نموها الجذرى كان أطول كثيراً من سلالة الطماطم خلال أيام قليلة من بدء الإنبات .

جدول (٣–١) : مقارنة بين السلالتين L. esculentum P.I. 120256 ، و L. chilense L.A. 460 من حيث قدرة بذورهما على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة .

معاملة الإنبات	النسبة المئوية للإنبات فى السلالة	
	P.I. 120256	L A 460
١٠°م لمدة ١٤ يوماً	٤٠	١٠٠
٩°م لمدة ١٤ يوماً	قليل جداً	٩٩
٨°م لمدة ١٤ يوماً	صفر	٤٠
٨°م لمدة ٢٠ يوماً	صفر	١٠٠

٣ – أظهرت السلالات البرية التالية قدرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة :

L. peruvianum P.I. 127831 , LA 1474 & P.I. 127832 .

L. hirsutum P.I. 127826 & LA 386 .

كما اختبر Michalska (١٩٨٥) ٣٥ سلالة من النوع L. esculentum ، وواحدة من L. pmpinellifolium ، و ٩ من L. hirsutum ، وواحدة من L. glandulosum للقدرة على الإنبات فى درجة حرارة ٥°م ، ووجد أن خمساً منها قادرة على الإنبات فى هذه الظروف ؛ وهي :

L. esculentum P.I. 341985 , P.I. 341988 & P.I 341994 .

L. hirsutum P.I. 127827 & LA386.

ثانياً :وراثة قدرة البذور على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة :

أجـريت عـدة دراسـات على وراثة صـفـة القـدرة على الإنبـات فى درجـات الحـرارة المنخفضة ، تبين منها أن هـذه الصفة متنحية ، وذات درجة توريث مرتفعة ، ويتحكم فيها من ١ -٣ أزواج من الجينات . فقد وجد أن الصفة يتحكم فيها جين واحد فى سلالة الطماطم P.I.341984 ، وثلاثة أزواج على الأقل فى سـلالة الطمـاطم P.I.341985 ؛ كما وجد Cannon وآخرون (١٩٧٣) أن قدرة سلالة الطماطم P.I.341988 على الإنبـات فى درجة حرارة ١٠ °م يتحكم فيها جين واحد متنح . وأظهرت دراسات Ng & Tigchelaar (١٩٧٣) أن هذه الصفة يتحكم فيها ٣-٥ أزواج من العوامل الوراثية المتنحية ، وأن درجة توريثها تقـدر بنحـو ٩٧٪ عى النطاق العـريض ، و ٦٦ ٪ على النطاق الضـيق . كـذلك تبـين من دراسات De Vos وآخـرين (١٩٨١) على ٧ سـلالات وأصناف من الطمـاطم تتـبـاين فى قـدراتها على الإنبات فى درجـة حرارة ١٠°م – وهى P.I.120256 ، و P.I. 341985 ، و P.I. 341988 ، و P.I. 280597 ، و Kanatto ، و Nova ، و Early Red Rock – أن هذه الصفة متنحية جزئياً ، ويكون فيها التـأثير الأمى والتـأثير الإضافى جوهريين ، بينما يكون التفاعل غير الآليلى قليل الأهمية . وقدرت الدراسة درجة توريث الصفة بنحو ٨٥٪ على النطاق العريض ، و ٦٩٪ على النطاق الضيق . وأخيراً .. أظهرت دراسـات Michals-ka (١٩٨٥) أن صـفـة قـدرة بنور سـلالة الطمـاطم P.I.341985 على الإنبـات فى درجـة حرارة ٥ °م يتحكم فيها جين واحد نو سيادة غير تامة ، مع احتمال وجود بعض الجينات المحورة .

ثالثاً : طبيعة القدرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة :

لا ترجع القدرة على الإنبات – فى درجة الحرارة المنخفضة – إلى قدرة خاصة للنمو فى هذه الظروف . فـبمقـارنة سلالة الطمـاطم P.I. 341985 القـادرة على الإنبـات فى درجـة ١٠°م مع الصنف سنتنيـال Centennial الذى لاتتـوفر به هـذه الصـفـة ، وعدد من سـلالات الجيل الرابع – للتلقيح بينهما – التى تختلف فى هذه الخاصية .. كانت جميعها متشابهة فى معدل نمو الجذير عند هذه الدرجة .

وقد أدى نقع البذور فى محلول لنترات البوتاسيوم وفوسفات أحادى البوتاسيوم ، بنسبة ٨ ر١٪ لكل منهما ، لمدة ١-٨ أيام إلى تحسين الإنبات فى كل من السلالة P.I.341985 ، والصنف سنتنيال على درجة ١٠°م ، إلاَّ أن التحسن فى إنبات الصنف لم يصل إلى مستوى الإنبات فى السلالة ؛ أى إن التأثير البيئى لم يرق إلى مستوى التأثير الوراثى .

ويبدو أن عدم القدرة على الإنبات فى درجة ١٠°م يرجع - جزئياً - إلى أن البرودة تحفز البذرة على تكوين مواد مانعة للإنبات . وقد أدت إضافة الكربون المنشّط activated carbon إلى بيئة إنبات البذور إلى تحسين الإنبات فى درجة ١٠°م بالنسبة للسلالات غير القادرة - أصلاً - على الإنبات فى تلك الدرجة ، بينما لم يكن لهذه المعاملة أى تأثير على السلالات القادرة على الإنبات فى درجة ١٠°م (Maluf &Tigchelaar ١٩٨٢) .

وقد وجد أن الماء الذى تنقع فيه بذور سلالة الطماطم P.I.341984 (وهى سلالة قادرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة) يحفز إنبات بذور نفس السلالة والسلالات الأخرى الحساسة للبرودة ، بينما كان الماء الذى نقعت فيه بذور الصنف رد روك Red Rock (الحساس للبرودة) مثبطاً لإنبات بذور نفس الصنف والسلالة المقاومة للبرودة فى درجات الحرارة المنخفضة (Abdul - Baki & Stoner ١٩٧٨) .

ويذكر أنه قد تحدث تغيرات فى الأغشية الخلوية للأصناف الحساسة للبرودة لدى تعرضها لدرجات حرارة منخفضة . كما وجد Maluf & Tigchelaar (١٩٨٠) أن القدرة على الإنبات فى درجة ١٠°م فى سلالة الطماطم P.I. 341985 ترتبط بزيادة فى نشاط إنزيم بيروكسيديز Peroxidase خلال الأيام العشرة الأولى للإنبات عند هذه الدرجة . وفى دراسة أخرى أجريت على عدد من السلالات ذت الأصول الوراثية المتشابهة isogenic lines - التى تتفاوت فقط فى قدرتها على الإنبات فى درجة ١٠°م - قارن Maluf & Tigchelaar (١٩٨٢) محتوى بذور هذه السلالات من الأحماض الدهنية ، ووجد الباحثان أن قدرة البذور على الإنبات فى درجة ١٠°م ترتبط سلبياً بمحتواها من حامض الأوليك oleic acid (معامل الارتباط r = ٨١ ر٠ وجوهرى جداً) ، وإيجابياً بمحتواها من حامض اللينولّيك linoleic acid (معامل الارتباط r = ٧١ . ٠ وجوهرى جداً) . ولم يتأثر محتوى البذور من الأحماض الدهنية بفترة الحضانة على ١٠°م ؛ كما تشابه محتوى الأحماض

الدهنية فى البذرة كلها مع محتوى الأحماض الدهنية فى الأغشية الخلوية .

وقد لاحظ الباحثان أن نسبة الزيادة فى حامض اللينوليك فى السلالات القادرة على الإنبات فى درجة ١٠°م كانت مماثلة لنسبة النقص فى حامض الأوليك (معامل الارتباط r لنسبة الحامضين = ٧٩ ر٠ وجوهرى جداً) . واقترح الباحثان أن الجينات المسئولة عن قدرة البذور على الإنبات – فى درجات الحرارة المنخفضة – تؤدى إلى زيادة حالة عدم تشبع حامض الأوليك إلى حامض اللانوليك أثناء تكوين البذور .

التربية لتحسين إنبات البذور فى درجات الحرارة المرتفعة

تختلف أصناف وسلالات الطماطم فى قدرة بذورها على الإنبات فى درجات الحرارة المرتفعة ؛ كما يوجد ارتباط بين القدرة على الإنبات فى كل من درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة . وتتضح هاتان الحقيقتان فى جدول (٣-٢) ، الذى يبين استجابة ١١ صنفاً وسلالة من الطماطم لمعاملة الإنبات على درجة ٣٥°م لمدة خمسة أيام . علما بأن ثمانى من هذه السلالات كانت تعرف – سلفاً – بقدرتها على الإنبات فى الحرارة المنخفضة . ويتضح من نتائج هذه الدراسة أن سبعاً من هذه السلالات كانت – كذلك – قادرة على الإنبات فى درجة الحرارة المرتفعة (Berry ١٩٦٩) . ويمكن أن يضاف إلى هذه القائمة السلالة P.I.341984 ، التى تتميز بالقدرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة والمرتفعة على حد سواء (عن Kaname وآخرين ١٩٦٩) .

وفى دراسة أخرى على ١١صنفاً وسلالة من الطماطم .. درس Coons وآخرون (١٩٨٩) تأثير معاملة استنبات البذور على درجة حرارة ثابتة مقدارها ٢٥ ، أو ٣٠ ، أو ٣٥ ، أو ٤٠°م ، أو درجة حرارة متغيرة كل ١٢ ساعة بنظام حرارى ٤٠/٢٥ ، أو ٤٠/٣٠ ، أو ٤٠/٣٥°م . وقد وجد الباحثون أن أفضل إنبات على درجة حرارة ثابتة مقدارها ٤٠°م كان فى السلالات Nema 1200 ، و P28693 ، و UC-28-L ، بينما كان أفضل إنبات على درجة حرارة متغيرة بنظام ٤٠/٣٥°م فى السلالات P28693 ، و P28793 ، و UC82-L . وقد تحسن إنبات بذور مختلف السلالات كثيرا لمجرد خفض درجة الحرارة بمقدار ١٠ أو١٥°م لمدة ١٢ ساعة كل ٢٤ ساعة ، مقارنة بالإنبات على حرارة ثابتة مقدارها ٤٠°م .

جدول (٣-٢) : تأثير معاملة استنبات البذور لمدة خمسة أيام على درجة حرارة ٣٥°م على بعض أنواع وسلالات الطماطم ، التى تتفاوت فى قدرتها على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة .

الصنف أو السلالة (١)	الإنبات (٪) (٢)
U. A.I. 67 - 17 -1 (*)	٨٥ أ
U.A.I. 67 - 15 -1 (*)	٦٨ ب
U.A.I. 67 - 26 -1 (*)	٥٤ ب
Fireball	٤٨ ب
P.I. 174261 (*)	٤٦ ب جـ
U.A.I. 67 - 18 -1 (*)	٤٦ ب جـ
Cold Set (*)	٤٥ ب جـ
P.I. 263713 (*)	٣٣ د
Heinz 1350 (*)	صفر هـ
Campbell	صفر هـ
Early Fireball	صفر هـ

(١) تعرف السلالات المميزة بعلامة (*) بقدرتها على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة .

(٢) السلالات التى تشترك فى أحد الحروف الأبجدية لا تختلف عن بعضها جوهرياً فى نسبة الإنبات .

التربية للقدرة على النمو النباتى فى الجو البارد ، وتحمل البرودة والصقيع

نتناول بالدراسة فى هذا الجزء جهود التربية لزيادة قدرة النباتات على النمو فى الجو البارد ، مع تحملها للبرودة الشديدة والصقيع . أما التربية لتحسين القدرة على عقد الثمار فى الجو البارد .. فإنها موضوع الجزء التالى .

يؤدى بقاء نباتات الطماطم فى درجة حرارة من ٢ -١٢°م لأيام قليلة إلى تعرضها لأضرار البرودة التى يسبق - أو يصاحب - ظهورها تغيرات فسيولوجية ؛ أهمها : نقص معدل التنفس والبناء الضوئى ، وبطء الحركة الدورانية للسيتوبلازم ، وحدوث أضرار للأغشية الخلوية يترتب عليها نفاذيتها للماء وتسرب الأملاح من الخلايا .

يتطلب تقييم مقاومة نباتات الطماطم للبرودة أن تتوفر وسيلة كمية لتقدير درجة المقاومة لا تعتمد على وصف الأضرار المورفولوجية التى تحدثها البرودة ؛ حيث يفضل تقدير درجة المقاومة أو شدة الإصابة قبل ظهور أية أعراض يمكن مشاهدتها بالعين المجردة ؛ وبذا .. يمكن الإسراع من عملية التقييم ، مع تجنب احتمالات فقد الجيرمبلازم أثناء الاختبار . ويتوفر هذان الشرطان فى الطريقتين التاليتين :

١ – قياس مدى التسرب الأيونى electrolyte leakage ، الذى يحدث نتيجة للأضرار التى تحدثها البرودة فى الغشاء البلازمى في السلالات الحساسة .

٢ – قياس مدى استشعاع الكلوروفيل Chlorophyl Fluorescence ؛ نظراً لما تحدثه البرودة من تأثيرات على المحتوى الكلوروفيللى فى السلالات الحساسة (Kamps وآخرون ١٩٨٧) . وقد أُستُخْدِم هذا الاختبار فى انتخاب أصناف من الذرة مقاومة للصقيع ، كما استخدمه Walker & Smith (١٩٩٠) فى تقييم مقاومة البرودة فى الطماطم والأنواع البرية القريبة منها ؛ حيث وجدا أن نسبة الاستشعاع المبدئية (F_o) إلى الاستشعاع المقدر بعد التعرض لمعاملة الحرارة المنخفضة (F_p) تزيد بزيادة الحساسية للبرودة (كما فى الصنفين H2653 ، و H722) ، بينما تبقى النسبة منخفضة فى التراكيب الوراثية المقاومة للبرودة (كما فى النوع البرى Solanum lycopersicoides والجيل الأول بينه وبين صنف الطماطم صب أركتك ماكسى Sub-Arctic Maxie ، الذى لم تظهر به سوى أضرار قليلة من جراء التعرض لمعاملة البرودة) . وتمشياً مع تلك النتائج .. تباينت نسبة F_o إلى F_p فى ٢٥ سلالة من الجيل الثانى للتلقيح الرجعى الثانى (إلى السلالة H722) للهجين L. hirsutum x H722 ؛ حيث تراوحت النسبة بين مداها فى الأبوين (البرى والمزروع) ؛ مما يدل على أن بعض هذه السلالات اكتسبت بعض القدرة على تحمل البرودة من النوع L. hirsutum .

وفى مجال التقييم لتحمل البرودة .. اختبر Wolf وآخرون (١٩٨٦) خمس سلالات من ثلاثة أنواع برية ، مقارنة بسلالة الطماطم السريعة الإنبات فى الحرارة المنخفضة P.I.341988 ، والصنف الحساس للبرودة UC82 . كانت السلالات المختبرة قد وجدت نامية – فى مواطنها الأصلية – على ارتفاعات تزيد على ٣٠٠٠ متر ؛ ولذا .. افترض

مقاومتها للبرودة ؛ بسبب طبيعة الجو السائد فى هذه الارتفاعات ؛ وهى كمايلى :

L. hirsutum LA 1363 & LA 1777

L. chilense LA 1969 & LA 1971

Solanum lycopersicoides LA 1964

وقد استخدم الباحثون فى دراستهم عدة اختبارات ، وكانت النتائج كما يلى :

١ - أنبتت بذور سلالة الطماطم P.I. 341988 أسرع من الصنف يوسى ٨٢ وسلالات الأنواع البرية فى حرارة أعلى من ١٠°م ، وتوقف إنباتها تقريباً فى حرارة ١٠°م ، بينما استمرت السلالات البرية فى الإنبات ببطء على حرارة أقل من ١٠°م .

٢ - زاد معدل النمو فى سلالات الأنواع البرية عما فى الصنف يوسى ٨٢ عندما خفضت درجة الحرارة من ١٨/٢٤°م (نهار / ليل) إلى ١٢ / ٦°م (نهار/ ليل) .

٣ - أدى تعريض الأوراق لحرارة ١°م إلى انخفاض استشعاع الكلوروفيل ، ولكن النقص كان أكبر فى الصنف الحساس للبرودة يوسى ٨٢ ، مقارنة بالأنواع البرية .

هذا .. ويمكن الاعتماد على صفة القدرة على النمو فى درجة الحرارة المنخفضة ؛ كأساس لتقييم تحمل البرودة . ويمكن - فى هذا الاختبار - اتخاذ الفترة الزمنية التى تمر بين تكوين ورقيتن متتاليتين ؛ كدليل على مدى تأثر النمو النباتى بالبرودة . وقد تمكن Patterson & Payne (١٩٨٣) من انتخاب نباتات - من التهجين الرجعى الثانى للطماطم - مماثلة فى مقاومتها للبرودة لسلالة النوع L. hirsutum التى استخدمت فى التلقيح الأصلى . واعتمد الباحثان فى ذلك الاختبار على مدى قدرة النباتات على تكوين الأوراق الحقيقة الأولى عند تعرضها يومياً لدرجة حرارة ١°م ليلاً (لمدة ١٦ ساعة) ، و ٢٠°م نهارا (لمدة ٨ ساعات) . وقد كان نسل النباتات المنتخبة قريباً للسلالة البرية أومماثلاً لها فى صفة القدرة على تحمل البرودة ؛ وهو ما يعنى إمكان استخدام حرارة الليل المنخفضة كوسيلة غير قاتلة لاختبار مدى مقاومة النباتات للبرودة ، خاصة أن صفة القدرة على تحمل البرودة قد تطورت فى مثل هذه السلالات البرية أثناء نموها فى ظروف يسود فيها الجو البارد ليلاً والمعتدل نهاراً .

ومن جهة أخرى .. فقد تبين من دراسات Maisonneuve وآخرين (١٩٨٦) أن الانتخاب للقدرة على تحمل البرودة (١٥°م نهاراً / ٨°م ليلاً) لم يكن فعالاً عندما أجرى على أساس اختبار مدى تحمل حبوب اللقاح لهذه الظروف .

هذا .. ويبدو واضحاً من الدراسات - التى أجريت على السلالات البرية التى تنمو طبيعياً على ارتفاعات كبيرة فى جبال الإنديز - أن ميكانيكية مقاومتها للبرودة تعتمد على أمرين ، هما :

١ - بطء تحلل الكلوروفيل فيها عند تعرضها لظروف الليل البارد .

٢ - سرعة تعويض الكلوروفيل المفقود منها ليلاً بمجرد تعرضها لضوء النهار .

كما يبدو أن تأقلم هذه النباتات على الحرارة المنخفضة يتمشى مع النظام الحرارى السائد فى مناطق انتشارها ، والذى تنخفض فيه الحرارة ليلاً إلى الصفر المئوى ، بينما ترتفع نهاراً إلى ٢٠°م ؛ وعليه .. فإن أفضل وسيلة لانتخاب نباتات مقاومة للبرودة هى تعريض النباتات لظروف مماثلة ، وليس لدرجة حرارة منخفضة ثابتة (Patterson ١٩٨٨) .

أما عن مصادر القدرة على تحمل البرودة فى الجنس Lycopersicon .. فقد وجدت -أساساً - فى بعض سلالات النوع البرى L. hirsutum ، وخاصة تلك التى وجدت نامية على ارتفاعات شاهقة في مواطنها الأصلية . فمثلاً .. أوضحت دراسات Zamir وآخرين (١٩٨١) أن السلالة LA 1777 للنوع L. hirsufum - وهى التى تنمو على ارتفاع ٣٢٠٠ متر على جبال الإنديز - ذات قدرة عالية على تحمل البرودة ؛ وظهر ذلك فى عدة صور كمايلى :

١ - أنبتت بذورها فى درجات الحرارة المنخفضة .

٢ - أمكنها إكمال دورة حياتها فى ظروف انخفضت فيها درجة الحرارة الصغرى - غالباً - عن ٦ °م

٣ - تكون فيها الكلوروفيل - أثناء تعرضها لدرجة الحرارة المنخفضة - بصورة أفضل مما فى السلالات الأخرى .

٤ - كانت حركة السيتوبلازم الدورانية فيها - أثناء تعرضها للحرارة المنخفضة - أسرع مما فى السلالات الأخرى .

٥ – بينما يتغير لون نباتات الطماطم العادية إلى اللون الأسود – إذا عرضت النباتات للظلام لمدة ٢٤ ساعة على درجة ١٠°م – فإن نباتات هذه السلالة لم تتأثر بهذه الصورة . وقد تمت بصورة جيدة فى نظام حرارى ١٢ / ٥°م (نهار / ليل) .

كذلك تتوفر صفة المقاومة للبرودة فى السلالة LA1363 من L. hirsutum ، والسلالة LA 1969 من L. chilense ، وكلتاهما وجدت نامية على ارتفاع نحو ٣٠٠٠ متر فى جبال الإنديز ، ونمت – بشكل جيد – فى ظروف حرارية ٢٠/ صفر°م (نهار ٨ ساعات / ليل ١٦ ساعة) ، بينما لم تكون الطماطم أوراقاً حقيقية تحت هذه الظروف .

وعن وراثة القدرة على تحمل البرودة .. وجد Kamps وآخرون (١٩٨٧) – من دراستهم على الهجين الجنسى بين صنف الطماطم صب أركتك ماكسى ، والنوع S. lycopersi-coides – أن تلك الصفة سائدة ، وليست سيتوبلازمية.

التربية لتحسين عقد الثمار فى درجات الحرارة المنخفضة

كانت بداية التقييم للقدرة على العقد فى درجات الحرارة المنخفضة فى الأصناف التجارية ، ثم انتقلت الدراسات بعد ذلك إلى سلالات الطماطم غير المحسنة ، ثم إلى الأنواع البرية القريبة . ونذكر – فيمايلى – جانباً من الجهود التى بذلت فى هذا المجال .

قيَّم Curme (١٩٦٢) عدداً من أصناف الطماطم فى نظام حرارى ٢٣ / ٧°م (نهار/ ليل) ، ووجد اختلافات كبيرة فيما بينها ؛ حيث تراوحت نسبة العقد فيها – تحت هذه الظروف – من ٢ إلى ٦٠ ٪ . وذكر Minges (١٩٧٢) القدرة على العقد فى الحرارة المنخفضة ضمن صفات الأصناف : إيرلى نورث Earlinorth ، ورد كوشن Red Cushion ، ووسكنس تشيف Wisconsin Chief . وفى الهند .. أجرى Nandpuri وآخرون (١٩٧٥) اختباراً تحت الظروف الطبيعية اشتمل على ٤٢ صنفاً ، ووجدوا أن أكثر الأصناف قدرة على العقد فى الجو البارد هى : كولد ست Cold Set ، وأفلانش Avalanche ، و إلاّ ليهين Illalihin .

وفى كندا .. أجرى Kemp (١٩٦٨) تقييما شمل ١٩ صنفاً وسلالة من الطماطم ، ووجد أن أكثرها قدرة على الإنبات والنمو والإزهار والعقد فى الحرارة المنخفضة هى الأصناف :

كولد ست ، وإيرلى نورث ، و بونيتا ، و أزربدزفسكى Azerbidzivisky ، والسلالتان : P.I.205040 ، و P.I.280597 . كما ذكر Smith & Millett(١٩٦٨) أن السلالة الأخيرة (P.I. 280597) تنتج حبوب لقاح بوفرة فى حرارة ١٠°م ، وتعقد بصورة جيدة فى نظام حرارى ٢٠/٧°م (نهار/ ليل) .

وفى Montfavet بجنوب فرنسا .. اختبر Maisonneuve & Philouze (١٩٨٢) ٣١ صنفاً وهجيناً من الطماطم للقدرة على إنتاج حبوب لقاح بوفرة تحت ظروف الصوبات غير المدفأة شتاء ، وصلت فيها درجة الحرارة إلى أقل من ١٠°م لعدة أسابيع ، بينما كانت نباتات المقارنة نامية فى صوبة مدفأة . وقد درس الباحثان إنتاج حبوب اللقاح (بالوزن لكل زهرة) وحيويتها (معبراً عنه بنسبة حبوب اللقاح التى تصبغ بالأسيتوكارمن aceto-carmine) . وقد وجدا توافقاً عالياً بين ترتيب الأصناف حسب قدرتها على العقد وبين حيوية حبوب اللقاح التى تنتجها ، وكانت أقل الأصناف حساسية للحرارة المنخفضة هى : Espalier ، و Precoce ، و Apeca ، و Apedice ، و Montfavet 63-4 ، و Pinkdeal ، و Montfavet 63-5 ، و Lucy ، و Supermarnamde . وقد تميزت هذه الأصناف بقدرتها - تحت ظروف البرودة - على إنتاج من ٢٠ - ٥٠ ٪ من حبوب اللقاح التى تنتجها - عادة - مع حيوية لاتقل عن ٧٠ ٪ . وفى مصر .. اختبر Radwan وآخرون (١٩٨٦) ٤٣ صنفاً وسلالةً من الطماطم تحت ظروف الحرارة المنخفضة شتاء ، ووجدوا أن أكثرها إنتاجية وقدرة على العقد السلالتان إف إم ٥٢٠٠٩ FM 52009 ، و يوسى ٧٨ دبليو ٢٩ UC 78W29 ، والصنف يوسى ٨٢ UC 82 . وتتوفر القدرة على العقد فى فى الجو البارد فى الصنفين الكنديين صب أركتك ماكسى Sub - Arctic Maxi (Harris ١٩٧٥ أ) ، وصب أركتك شيرى Sub - Arctic Cherry (Harris ١٩٧٥ ب) .

وفى إطار البحث عن مصادر للقدرة على العقد فى درجات حرارة أكثر انخفاضاً .. اتجه الباحثون إلى الأنواع البرية . فقام Patterson وآخرون (١٩٧٨) بدراسة القدرة على النمو والعقد فى درجات الحرارة المنخفضة فى عدد من سلالات النوع L. hirsutum التى تنمو - برياً - على ارتفاعات مختلفة من سطح البحر فى بيرو وإكوادور ، ووجدوا أن أكثرها قدرة على تحمل البرودة السلالات التى جمعت من على ارتفاعات عالية فى بيرو .

ويذكر Zamir وآخرون (١٩٨١) أن السلالة LA 1777 من النوع L. hirsutum تعد من أفضل مصادر القدرة على تحمل الحرارة المنخفضة ؛ فهى تنمو وتعقد ثمارها بصورة طبيعية فى الجو البارد ، وتنبت حبوب لقاحها بنسبة ١٠٠٪ فى خلال خمسة أيام على حرارة ٥°م . وتنمو هذه السلالة فى بيئتها الأصلية فى بيرو على ارتفاع ٣٢٠٠ متر فى جبال الإنديز . كذلك وجدت خاصية القدرة على إنتاج حبوب اللقاح ، وإنباتها ، وعقد الثمار فى الحرارة المنخفضة فى ثلاث سلالات أخرى من L. hirsutum هى : LA 1393 ، و LA 1363 ، و LA 1366 ؛ وجميعها تنمو طبيعياً على ارتفاعات كبيرة (عن Patterson ١٩٨٨) .

وقد تمكن R. Jones ومعاونوه (Zamir وآخرون ١٩٨١) من ادخال صفة القدرة على العقد الجيد فى الحرارة المنخفضة من السلالة LA1777 (من النوع البرى L. hirsutum) إلى الطماطم باتباع طريقة انتخاب الجاميطات Gamete Selection . وتعتمد الطريقة – ببساطة – على إجراء التلقيحات الرجعية والذاتية في برنامج التربية فى درجات حرارة منخفضة ؛ حيث لا تنبت وتشارك فى عملية الإخصاب سوى حبوب اللقاح التى تحمل جينات القدرة على إحداث العقد في هذه الظروف ؛ وبذا فهى توفر كثيراً من الوقت والجهد ؛ فلو فرض وكانت الصفة التى يُراد نقلها يتحكم فيها ١٢ جيناً .. فإن عدد الجاميطات المختلفة وراثياً التى يمكن – حينئذ – إنتاجها فى الجيل الأول يكون ٢ن = ٢^١٢ = ٤٠٩٦ جاميطة .

ومثل هذا العدد من حبوب اللقاح يمكن وضعه على ميسم زهرة واحدة ؛ حيث لا تنبت منها – فى الحرارة المنخفضة – سوى التى تحمل الجينات المرغوبة فقط ، وهى التى تخصب البيضات . أما إن لم تتبع طريقة انتخاب الجاميطات .. فإنه تلزم – فى هذه الحالة – زراعة كل نباتات الجيل الثانى المختلفة وراثياً ، وعددها ٤ن = ٤^١٢ = ١٦٧٧٧٢١٦ نباتا ؛ ليمكن انتخاب التركيب الوراثى المرغوب منها ، وهو ما يستلزم زراعة نحو ١٠٠ ألف فدان من الطماطم ؛ ليمكن التعرف على التركيب الوراثى المرغوب . وقد أوضح الباحثون أنه أمكن مضاعفة عدد الهجن المتحصل عليها من أى تلقيح فى حرارة ٦ / ١٢°م (ليل/ نهار) ؛ بخلط حبوب اللقاح المراد اختبارها مع حبوب لقاح سلالة عادية من الطماطم ليس لها القدرة علي الإنبات فى هذه الظروف .

وبالإضافة إلى ما تقدم .. فقد تمكن الباحثون من عزل إنزيمات متماثلة فى نشاطها وتأثيرها - ولكنها مختلفة فى شحنتها الكهربائية - ترتبط مباشرة بالقدرة على العقد فى درجات الحرارة المنخفضة . ويمكن التعرف على هذه الإنزيمات بسهولة بطريقة الفصل الكهربائى electrophoresis ، وهى التى تعرف باسم آيزوزيمات isozymes .

وقد كانت المجموعة الإنزيمية المرتبطة بصفة القدرة على العقد فى الجو البارد وهى الخاصة بإنزيم Phospnogluco jsomerase (يكتب اختصاراً : Pgi) ؛ حيث عزلت أيزوزيمات ترتبط بحالات الأصالة الوراثية والخلط الوراثى لهذه الصفة . ويستفاد من هذه الأيزوزيمات بزراعة بذور النباتات التى يراد انتخاب المتميزة منها فى صفة القدرة على العقد فى الحراة المنخفضة ، ثم استعمال جزء صغير من النسيج الورقى لكل منها - وهى فى طور البادرة - فى اختبار الفصل الكهربائى لفصل أيزوزيمات الإنزيم Pgi التى توجد بها ؛ وبذا يمكن التعرف على النباتات التى يمكنها العقد فى درجات الحرارة المنخفضة ، وهى التى يسمح لها بالنمو بغرض الانتخاب للصفات البستانية المرغوبة ، ثم بدء دورة جديدة من التلقيحات الرجعية .

وفى سلسلة من البحوث المنشورة - قدم لها Smeets & Hagenboom (١٩٨٥) - أجريت دراسة موسعة عن الاختلافات بين أصناف الطماطم فى الصفات الفسيولوجية ، ومدى إمكانية الاستفادة من هذه الصفات أو بعضها فى التربية للقدرة على النمو والعقد والإثمار الجيد فى ظروف الحرارة المنخفضة ؛ بهدف تربية أصناف جديدة تصلح للزراعة فى هذه الظروف . ويذكر الباحثان - استناداً إلى دراسات أخرى سابقة - أن خفض درجة حرارة البيوت المحمية بمقدار درجة أو درجتين أو ثلاث درجات أو أربع درجات مئوية يوفر فى تكاليف التدفئة - تحت ظروف هولندا - بمقدار ٨٪ ، و ٢ ر١٥٪ ، و ٢٢٪ ، و ٢٧٪ على التوالى ؛ وعليه بدأت الدراسة بتقييم ١٦ صنفاً من الطماطم للصفات التالية تحت ظروف الحرارة المنخفضة : معدل النمو النسبى Relative Growth Rate ، والكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate ، ونسبة المساحة الورقية Leaf Area Ratio، ووزن الأوراق الطازج Specific Leaf Weight ، ونسبة وزن الأوراق Leaf Weight Ratio ، وصافى البناء الضوئى Net photosynthesis ، والتنفس الظلامى Dark Respiration ، ومقاومة الثغور Stomatal Resistance ، ومحتوى النبات من كل من السكريات ، والنشا ، والنترات ،

والنيتروجين المختزل ، والفوسفور ، و البرولين .

وتلا ذلك دراسة وراثة هذه الصفات - تحت ظروف الحرارة المنخفضة - باختبار تلقيحات دايلل Diallel crosses بين الستة عشر صنفاً . وكان من نتائج هذه الدراسة أن وجدت اختلافات واضحة بين الأصناف - تحت ظروف الحرارة المنخفضة ليلاً والإضاءة الضعيفة نهاراً - فى كل من صافى البناء الضوئى ، والتنفس الظلامى (Van de Dijk & Maris ١٩٨٥) ، ومقاومة الثغور ، ووزن الأوراق الطازج ؛ حيث بدا أن الأصناف ذات الوزن الورقى الأقل كانت أكثر تأقلماً (Van de Dijk ١٩٨٥) .

أما عن وراثة صفة القدرة على العقد فى الحرارة المنخفضة .. فقد ذكر أنها صفة مندلية بسيطة متنحية ؛ وذلك اعتماداً على نتائج دراسة استخدم فيها الصنف المقاوم للبرودة إيرلى نورث ، والصنف الحساس مارجلوب . هذا .. إلا أنه - تحت ظروف درجات الحرارة المنخفضة شتاء فى مصر (Ibrahim ١٩٨٤) - سلكت صفات نسبة العقد والمحصول المبكر والمحصول الكلى مسلك الصفات الكمية ، مع سيادة جزئية لصفة القدرة على العقد فى هذه الظروف . وكانت درجات التوريث المقدرة لهذه الصفات منخفضة جداً ؛ مما يدل على شدة تأثرها بالعوامل البيئية .

التربية لتحسين عقد الثمار فى درجات الحرارة المرتفعة

حظيت التربية لتحسين العقد فى درجات الحرارة المرتفعة - كذلك - باهتمام كبير من قبل مربى الطماطم . ولكن - على خلاف التربية لتحسين العقد فى درجات الحرارة المنخفضة - فإن معظم الجهود محصورة داخل نوع الطماطم L. esculentum . ونعرض فيما يلى لأبرز تلك الجهود .

درس Schaible (١٩٦٢) الاختلافات بين أصناف الطماطم فى قدرتها على العقد فى ظروف الحرارة المرتفعة ، بلغت فيها درجة الحرارة ليلاً ٢٧°م ، ووجد أن أكثر الأصناف تحملاً هى : Porter ، و Narcarlang . وأوضح Doolittle وآخرون (١٩٦١) أن الأصناف ذات الثمار الصغيرة الحجم تعد أكثر قدرة على العقد فى الجو الحار ، وذكروا من أمثلتها : Summer Set ، و Hot Set ، و Summer Prolific ، و Porter . وبالرجوع إلى Minges

(١٩٧٢) .. أمكن استخلاص القائمة التالية من أصناف الطماطم التى ذكرت عنها القدرة على العقد فى الحرارة العالية كواحدة من أبرز صفاتها :

Early Summer Sunrise	Golden Marglobe
Lousiana All - Seasons	Mozark
Ohio WR Brookston	Pearl Harbor
Red Cloud	Red Global
Sioux	Spartan Red 8
State Fair	Summer Sunrise
Summer Sunset	Summer Prolific
Texto N0.1	VF14

وفى اختبار شمل سبعة أصناف .. كان الصنف Hot Set أكثرها قدرة على تحمل الحرارة العالية ؛ حيث بلغت نسبة عقد الثمار به ٧٧٪ تحت هذه الظروف (Levy وآخرون ١٩٧٨) . كما أوضحت دراسات Shelby وآخرين (١٩٧٨) قدرة الأصناف AU 165 ، وNagcarlang ، و Porter ، و Saladette الجيدة على العقد فى الحرارة العالية .

وفى الهند .. أُجرى تقييم تحت الظروف الطبيعية شمل ٤٢ صنفاً ، وتبين منه أن أكثر الأصناف قدرة على العقد في الجو الحار هى : Avalanche ، و Punjab Tropic ، و P_4 Marzano (Nandpuri وآخرون ١٩٧٥) .

وقد أوضحت دراسات Rudich وآخرين (١٩٧٧) أن نسبة العقد فى ظروف ٣٩/٢٢°م (نهار/ ليل) بلغت ٥٦٪ - ٦٠٪ فى الصنف سالاديت Saladette ، بينما تراوحت من صفر إلى ٢٢ ٪ فى الأصناف الحساسة للحرارة العالية .

يتميز هذا الصنف الذى أنتجه P.W.Leeper فى تكساس - بنموه الخضرى المحدود ، وثماره الصغيرة القليلة البذور . وفى لويزيانا .. اختبرت ستة أصناف وسلالات من الطماطم (هى L401 ، و S6916 ، و BL6807 ، و Saladette ، و Chico III ، و P.I. 262934 ، و Floradel) ، ووجد أن نسبة العقد تراوحت - تحت ظروف الحرارة المرتفعة -

مـن ١ ٪ فى السـلالة L401 إلى ٥٠ ٪ فى السـلالـة BL 6807 ؛ أما فى الجو المعـتدل أثناء الربيع .. فقد بلـغت نسبة العقد ٧٨ ٪ ، و ٩٣ ٪ فى نفس هـاتين السلالتين على التوالى (Hanna & Hernandez ١٩٨٢) .

وفى مـصـر .. قـيـمت ١٠٥ سـلالة وصنفـاً من الطمـاطم تحت ظروف درجـات الحـرارة المرتفعة صيفاً (خلال شهرى يونيو ويوليو فى الجيزة والقليوبية) ، ووجد أن أكثر الأصناف إنتاجية وقدرة على العقد فى هذه الظروف هى : Peto 81 ، و UC 82 ، و Punjab Chu-hara ، و Peto 86 ؛ كمـا كـانت سـلالتـا التربيـة 78 W37-S-1 ، و S-78-296-2 ، والصـنف Saladette من أفضل المصادر الوراثية لصفة القدرة على العقد فى هذه الظروف (Radwan وآخرون ١٩٨٦ب) .

هذا .. وقد أجريت أكبر دراسة على تقييم الطماطم للعقد فى الحرارة المرتفعة فى المركز الآسـيـوى لبـحـوث وتطوير الخـضـر . وقـد قـيم فـى هذه الدراسـة ٤٠٥٠ صنفـاً وسـلالة من الطمـاطـم والأنواع الأخرى القريبـة من النوع Lycopersicon ، ووجـد أن ٣٨ سـلالة فـقـط (أى أقـل مـن ١ ٪ من السـلالات المختبرة) كانـت ذات قدرة عالية على العـقد فى الحـرارة العالية ، واشتـمـلت على ٣٠ سلالـة من نوع الطمـاطم L. esculentum ، و٧ سـلالات مـن الـنوع L. pimpinellifolium ، وسلالة واحدة من الهجين النوعى بينهما . كانت جميع هذه السلالات ذات ثمار صـغيرة أو متوسطة الحجم ، ويرجع موطنها إلى ١٥ بلداً مـختلفاً ، أى إنها تختلف فى المنشأ (Villareal وآخرون ١٩٧٨ ، و Villareal & Lai ١٩٧٩) .

وفـيـمـا يتعلق بالوسـائل التى اتبعـهـا البـاحـثون لتـقـييم القـدرة على العـقد فى الحـرارة العـاليـة.. تمكن Stoner & Otto من انتـخـاب النبـاتات المرغوبة فى صـوبات تراوحت فيـهـا درجـة الحـرارة العظمى من ٢٦ - ٣٧°م خلال فترة الاختبـار ، مقارنة بأصـنـاف تتوفـر بهـا تلك الصـفة . فـفى هـذه الظـروف .. لم تتعد نسـبة العـقد ١٠ ٪ فى الأصناف الحساسة ، بينما بلغت ٣٢ ٪ فى الصنف Red Rock ، و ٦١ ٪ فى C28 ، و ٧٤ ٪ فى Merit ، و٩٢٪ فى ChicoIII ، وهى الأصناف التى استخدمت للمقارنة .

أما Tarakanov وآخرون (١٩٧٨) .. فيذكرون أن جمع حبوب اللقاح وتعريضـهـا لدرجـة حـرارة ٤٠ - ٤٥°م لمدة ٦ سـاعـات كان كفـيلاً بقتل حبوب اللقـاح الحسـاسـة . وقد أدى

استخدام حبوب اللقاح التى عرضت لهذه المعاملة فى التهجينات إلى تحسين نسبة العقد فى النسل .

وقد قدر Weaver & Timm (١٩٨٩) نسبة عقد الثمار ، ونسبة إنبات حبوب اللقاح ونموها فى عدة أصناف وسلالات منتحية من الطماطم بعد تعريضها لدرجة حرارة ٤٠°م لمدة ٦٠ دقيقة ، ووجدا أن كلا من إنبات حبوب اللقاح ونمو الأنابيب اللقاحية يرتبط إيجابياً - بصورة جوهرية - جداً بنسبة عقد الثمار ، وكان معامل الارتباط (r) هو ٩٨٨ ر٠ ، و٨١٥ ر٠ للصفتين على التوالى .

وقد أمكنهما - برفع درجة الحرارة التى عرضت لها الأزهار من ٤٠ إلى ٤٨°م - زيادة القدرة على التمييز بين التراكيب الوراثية الحساسة والمقاومة لزيادة الفارق بينهما فى حيوية حبوب اللقاح تحت هذه الظروف .

تعزى القدرة على العقد - فى الحرارة العالية - إلى أسباب كثيرة متباينة فى مختلف السلالات ، منها مايلى (عن Rudich وآخرين ١٩٧٧ ، و Levy وآخرين ١٩٧٨ ، و Kuo وآخرين ١٩٧٩ ، و Stevens &Rick ١٩٨٦) :

١ - نقص مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات ؛ لضعف البناء الضوئى بسبب تأثر إنزيم RUBPcase ؛ وتتوفر المقاومة لتلك الحالة فى الصنف Saladette .

٢ - عدم انتقال المواد الكربوهيدراتية بكفاءة فى النبات ؛ بسبب امتلاء الأنابيب الغربالية بالكالوس ؛ وتتوفر المقاومة لتلك الحالة فى الصنف Saladette أيضاً .

٣ - قلة تكوين الأزهار ؛ بسبب سوء توزيع التمثيل البنائى ؛ وتتوفر المقاومة لتلك الحالة فى السلالة BL6807 .

٤ - ضعف إنتاج حبوب اللقاح ، واختلال عملية تكوينها .

٥ - عدم انتثار حبوب اللقاح بسبب عدم انشقاق المتوك ؛ وتتوفر المقاومة لتلك الحالة فى الصنف Saladette .

٦ - ضعف حيوية وإنبات حبوب اللقاح ، وتتوفر المقاومة لتلك الحالة فى الصنف Nagcarlan .

٧ - ضعف حيوية البويضات ؛ وتتوفر المقاومة لتلك الحالة فى الصنف Malintka 101.

٨ - بروز الميسم من الأنبوبة السدائية ؛ وتتوفر المقاومة لتلك الحالة فى الصنفين Saladette ، و VF36 .

٩ - جفاف المياسم ، وتلونها باللون البنى .

ولمزيد من التفاصيل عن فسيولوجيا العقد فى الطماطم فى الحرارة العالية .. يراجع حسن (١٩٨٨) .

ونالت وراثة القدرة على العقد فى الحرارة العالية حظاً وافراً من الدراسة ، إلا أن نتائج هذه الدراسات كانت متباينة ، وهو ما قد يمكن إرجاعه إلى اختلاف الأصناف المستخدمة فى تلك الدراسة ، وبالتالى اختلاف الصفات المسئولة عن القدرة على تحمل الحرارة العالية فى كل منها . كما أن لطريقة الاختبار ذاتها أثرها البالغ فى النتائج . ونعرض - فيمايلى - لبعض هذه الدراسات .

أوضحت الدراسات الوراثية على سلالة الطماطم AU 160 - ذات القدرة على العقد فى الحرارة العالية - والصنف Floradel- الذى لا يعقد فى هذه الظروف - أن تلك الصفة سائدة جزئياً ، وذات درجة توريث منخفضة قدرت بنحو ٥٤ ٪ على النطاق العريض ، وبنحو ٨٪ على النطاق الضيق (Shelby وآخرون ١٩٧٥ ، ١٩٧٨) . وتوصل Villareal & Lai (١٩٧٩) إلى أن تلك الصفة معقدة . وقد بدا أن الجينات المسئولة عنها تتأثر بشدة بالعوامل البيئية (Asian Veg. Res. Dev. Center ١٩٧٦) .

وقد أجرى El-Ahmadi & Stevens (١٩٧٩) دراسة موسعة تضمنت تلقيحات دياليل كامل بين ستة أصناف وسلالات من الطماطم ، منها صنف حساس للحرارة العالية ، وخمسة ذات قدرة على العقد فى الحرارة المرتفعة لأسباب متباينة (أى إنها تختلف فى طبيعة قدرتها على العقد تحت تلك الظروف) ، هى : عدد الأزهار في العنقود ، ونسبة العقد ، وعدد البذور فى الثمرة ، ومدى بروز ميسم الزهرة من الأنبوبة السدائية . وقد توصل الباحثان إلى النتائج التالية :

١ - فى درجات الحرارة المعتدلة والعالية .. كانت صفة عدد الأزهار بالعنقود مرتبطة بجينات متنحية ، وكانت درجة توريث هذه الصفة مرتفعة ؛ حيث قدرت بنحو ٧٦ ٪ .

٢ - فى الحرارة العالية .. تتحكم فى صفة عقد الثمار جينات ذات تأثير إضافى

أساساً ، وكانت درجة توريث هذه الصفة متوسطة ؛ حيث قدرت بنحو ٥٢ ٪ .

٣ - فى الحرارة المعتدلة والعالية .. تحددت صفة عقد البذور (معبراً عنها بعدد البذور فى الثمرة ، وهى مقياس لخصوبة الجاميطات) بتفاعلات بين جينات غير أليلية ، وكانت مكونات التباين الوراثى سائدة أساساً ، ودرجة توريث الصفة منخفضة ؛ حيث قدرت بنحو ٣٠ ٪ .

٤ - فى الحرارة العالية .. تتحكم فى صفة بروز الميسم من الأبنوبة السدائية جينات سائدة جزئياً وذات تأثير إضافى ، وكانت درجة توريث الصفة مرتفعة ؛ حيث قدرت بنحو ٧٩ ٪ .

وفى دراسة أخرى شملت تلقيحات نصف دايأليل بين سبعة أصناف وسلالات من الطماطم ، وجد مايلى (Hanna وآخرون ١٩٨٢) :

١ - كانت أفضل السلالات فى القدرة العامة على التآلف لصفة العقد الجيد فى الحرارة العالية هى S6916 ، وتلتها السلالة BL 6807 ، بينما كانت السلالة L401 أقلها فى هذه الصفة .

٢ - كان الفعل الإضافى للجينات أكثر أهمية من الفعل غير الإضافى فى التأثير على صفة العقد الجيد فى الحرارة العالية .

وفى مصر .. وجد - عندما أجريت دراسة وراثية تحت ظروف الحرارة المرتفعة صيفاً (خلال شهرى يونيو ويوليو فى الجيزة والقليوبية) - أن صفات العقد والمحصول المبكر والكلى كانت كمية ، كما لم يظهر تأثير سيادة للجينات الخاصة بالقدرة على العقد فى هذه الظروف . وقد أظهر الهجين Saladette x Cal Ace VF قوة هجين لصفة المحصول تحت هذه الظروف . وكانت درجات توريث صفات نسبة العقد والمحصول المبكر والمحصول الكلى منخفضة جداً فى جميع التلقيحات ؛ مما يدل على شدة تأثر هذه الصفات بالعوامل البيئية (Ibrahim ١٩٨٤) .

هذا .. وتشير الأدلة إلى أن صفتى القدرة على العقد فى درجات الحرارة المرتفعة والمنخفضة مرتبطتان ببعضيهما ، بحيث يكون الصنف القادر على العقد فى الحرارة المرتفعة قادراً - كذلك - على العقد فى الحرارة المنخفضة ، وربما تتحكم نفس الجينات فى الصفتين (Asian Veg. Res Dev Center ١٩٧٦) . وكمثال على ذلك .. تميز الصنفان UC 82 ، و Peto 86 - فى مصر - بالعقد والإنتاجية العالية تحت الظروف الطبيعية

صـيفاً (يونيو ويوليو) وشتاء (ديسمبر ويناير) (Ibrahim ١٩٨٤) .

ويذكر Nuez وآخرون (١٩٨٥) أن أصناف وسلالات الطماطم –التى أنتجت أصلاً للقدرة على العقد فى الحرارة المنخفضة – كانت كذلك ذات قدرة جيدة على العقد فى الحرارة المرتفعة . ومن أمثلة تلك الأصناف : Farthest North ، و Severianin ، و Sub Arctic Plenty ، و BL 6807 . كما أنهم وجدوا أن سلالة الطماطم 0 - 1 - 29 - - 0 - 0 - 1104 – التى انتخبت فى المركز الآسيوى لبحوث وتطوير الخضر لمقاومة الحرارة – كانت كذلك مقاومة للبرودة .

التربية للقدرة على العقد البكرى

تعنى القدرة على العقد البكرى Parthenocarpic Fruit Set – أى بتكوين ثمار خالية من البـذور – القدرة على العقـد في جميع الظروف البيئيـة غير المناسبة ، سواء أكانت الحرارة مرتفعة ، أم منخفضة .

توجد صفة القدرة على العقد البكرى فى عدد من أصناف وسلالات الطماطم . وقد حُصِلَ عليها – غالباً – من أحد مصدرين ؛ هما : الهجن النوعية بين الطماطم وكل من النوعين L. hirsutum ، و L. peruvianum وباستحداث الطفرات . فمثلا .. حُصِلَ على الصنف الروسى سيفيريانين Severianin ذى القدرة العالية على العقد البكرى من الهجين النوعى :

(Byzon x (Gruntovij Gribovskuj x L. hirsutum)

يتميز هذا الصنف بالقدرة على العقد البكرى في جميع الظروف غير المناسبة للعقد ، وبأن أعضاء أزهاره الجنسية – الذكرية والأنثوية –خصبة بدرجة عالية (Philouze & Maissonneuve ١٩٧٨) . وقد وجدت Philouze (١٩٨١) أن هذه الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز pat-2 ؛ تمييزاً له عن الجين pat (نسبة إلى Parthenocrpy أى العقد البكرى) ، الذى وجد فى سلالات أخرى تعقد بكرياً . وقد تأكدت وراثة صفة العقد البكرى فى الصنف سيفيريانين فى دراسات أخرى لكل من Lin (١٩٨٢) ، و Hassan وآخرين (١٩٨٧) . هذا .. إلا أن Vardy وآخرين (١٩٨٩ أ) توصلوا من دراستهم إلى

أن صفة العقد البكرى فى الصنف سيفريانين يتحكم فيها جينان متنحيان ، أحدهما الجين Pat -2 وهو جين رئيسى - والآخر هو الجين mp - وهو ثانوى ، ويؤثر فى ظهور صفة العقد البكرى عند وجود الجين pat .

وقد عقد هذا الصنف بكرياً فى مصر خلال شهرى يناير وفبراير بالقناطر ، وتفوق على الأصناف UC 82 ، و Peto 86 ، و VF 145 - B- 7879 ، و Floradade ، وسلالة التربية UC 78 W 29 فى كل من نسبة العقد تحت ظروف الحرارة المنخفضة ، والمحصول المبكر خلال شهر أبريل (Hassan وآخرون ١٩٨٧) . وقد أوضحت دراسات Lin وآخرين (١٩٨٤) أن القعد البكرى فى الصنف سيفيريانين صفة اختيارية ؛ حيث إنها تنتج ثماراً عادية فى الظروف المناسبة للعقد ، وثماراً بكرية في الظروف غير المناسبة لذلك ، مثلما تكون عليه الحال فى ظروف ارتفاع درجة الحرارة ليلاً ونهاراً . هذا . برغم أن الحرارة العالية لم تكن لها تأثيرات سيئة على الجاميطات أو تركيب الزهرة ؛ وهو ما يعنى أن الظروف البيئية المحفزة للعقد البكرى تؤثر فى الأنسجة الجرثومية Sporophytic tissues للزهرة ، وليس فى أنسجتها الجاميطية gametophytic tissues .

وتأكيداً لذلك .. وجد Scott & George (١٩٨٤) أن المعاملات التى تمنع التلقيح (مثل الخصى ، وإزالة الميسم ، وإزالة الأطراف البعيدة لكل من قلم الزهرة والأسدية) منعت تكوين البذور ، ولكنها لم تمنع عقد الثمار ؛ هذا بينما لم يكن للتلقيح - بحبوب لقاح فقدت حيويتها بمعاملة حرارية - أىُّ تأثير على نسبة العقد البكرى . وقد استخدم الباحثان فى هذه الدراسة الصنف سيفريانين وسلالة أخرى - هى PSET-1 - تحمل نفس الجين pat-2 ، وسلالة ثالثة ألمانية تعقد بكرياً - هى RP75/59 - وتختلف فى جينات العقد البكرى .

وقد درس Hassan وآخرون (١٩٨٧) الاختلافات بين الصنف سيفيريانين والأصناف البذرية UC 82 ، و VF 145 - B - 7879 ، والهجن بينها فى محتوى مبايض الأزهار من الجبريللينات الكلية الحرة ، ووجدوا أنها تبلغ فى الصنف سيفيريانين نحو ثلاثة أمثال أىٍّ من الصنفين الآخرين . ولم تلاحظ فروق واضحة بين نباتات الجيل الأول ونباتات الآباء البذرية ، أو بين محتوى الهجن والهجن العكسية فى محتوى مبايض الأزهار من الجبريللينات الكلية الحرة ؛ الأمر الذى يتمشى مع نتائج الدراسات الوراثية من أن الصفة متنحية ، ويدلل

على أهمية المحتوى المرتفع من الجبريللينات للعقد البكرى للثمار فى الطماطم .

هـذا .. وكـان الجـين pat قد ظهر كطفرة فى أحد أصناف الطمـاطم الإيطاليـة (عن Mapelli ١٩٧٩) لدى مـعاملتـهـا بالـ ethylmethane sulphonate . تبـعـد هذه الطفـرة بمقـدار ١٢ ر٠ وحـدة عـبـور من الجين sha (نسـبـة إلى Short anthers أى الأسـدية القصيرة) . كما ظهرت طفرة أليلية لهذا الجين (sha) أعطيت الرمـز sha - pat ؛ نتيجة للمعاملة بالمركبات الكيمـيائية المطـفرة فى السلالة رقم 2524 . وكلتـا الطفـرتين pat ، و sha - pat تنتج ثماراً بكرية ، وتتميز بالعقم الأنثوى . وظهرت كذلك طفرة طبيعية قادرة على العقد البكرى – أطلق عليـهـا اسم Montfavet 191 – فى إحـدى سـلالات الطمـاطم الطبيعية . وتتميز هذه الطفرة بأن متوكها قصيرة – كما فى طفرة sha ، ولكنها تعقد بكرياً – كما في الطفرة sha - pat (السلالة 2524) . وبتلقيح هذه الطفرة مع السلالة sha - pat الأصلية كانت نباتات الجيل الأول ذات أسدية قصيرة ، وأنتجت ثماراً بكرية ؛ مما يدل على أن الطفرة Montfavet 191 – التى ظهرت تلقائياً – تحمل نفس الجين sha - pat الذى يوجد فى السلالة الأصلية (Pecaut & Philouze ١٩٧٨) .

وتعد السلالة الألمانية RP 75 / 59 من السلالات التى تعقد ثماراً بكرية طبيعية المظهر فى الظروف غير المناسبة للعقد ، ولكنها تعقد ثماراً طبيعية في الظروف البيئية المناسبة للعقد ؛ وهى تتشابه فى ذلك مع الصنف سيفيريانين .

وقد أظهرت دراسات Philouze & Maisonneuve (١٩٧٨أ) بفرنسا أن صفة العقد البكرى فى هذه السلالة متنحية ، ولا يتحكم فيها أى من الجينات sha ، أو pat ، أو pat-2 . وتبعاً لـ Ho & Hewitt (١٩٨٦) .. فإن Philouze قد أوضحت عام ١٩٨٣ أن صفة العقد البكرى فى السـلالة الألمانيـة RP 75 / 59 يتـحكم فيـها ثلاثة جينات متنحية ذات تأثير إضافى ، وأكدت ذلك دراسات Vardy وآخرين (١٩٨٩) .

وفى الولايات المتحدة .. أنتج Baggett & Fraizer (١٩٨٢) السلالة Oregon 11 التى تعطى ثماراً بكرية فى الجو البارد بنسبة ٦٦ ٪ . تتميز ثمارها البكرية بأنها صلبة ولحمية ، ونادراً ما تكون مفصصة ، أو تظهر بها حبوب . يبلغ متوسط وزن الثمرة حوالى ٣٠جم ، ومتوسط قطرها من ٥ ر٣ –٤ سم ، ويوجد بها ٣ –٤ مساكن ؛ وهى جيدة الطعم واللون ،

وذات جلد سميك ولكنه يتشقق أحياناً . كذلك أنتجت السلالة Oregon T5 - 4 التى تعقد ثماراً بكرية بنسبة ٣٠ ٪ فى الجو البارد ، وثماراً عادية فى الجو العادى ، إلا أنها تختلف عن الصنف سيفريانين فى احتياج أزهارها إلى التلقيح لكى تعقد بكرياً فى الجو البارد . وقد وجد Kean & Baggett (١٩٨٦) أن صفة العقد البكرى فى هذه السلالة متنحية ، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ، يختلفان عن الجين pat-2 . هذا .. وقد اكتسبت سلالات أوريجون صفة العقد البكرى من الصنف الكندى Farthest North .

وبينما لا توجد - حالياً - أصناف تعقد بكرياً وتصلح للزراعة التجارية إلاّ أن تلك الصفة تتوفر فى عدة مصادر ، ويمكن تقسيمها حسب درجة العقد البكرى بها - كما يلى (عن Ho & Hewitt ١٩٨٦) .

١ - درجة العقد البكرى منخفضة ، وتتوفر فى : Atom ، و Bubjekosoko ، و Sub Arctic Plenty ، و Oregon Cherry ، و Pobeda .

٢ - درجة العقد البكرى متوسطة ، وتتوفر فى : Lycopera ، و Earliorth ، و Ore-gon T 5-4 ، و Parteno .

٣ - درجة العقد البكرى عالية ، وتتوفر فى : RP75 / 59 ، و Severianin .

التربية لتحمل نقص الرطوبة الأرضية والتحكم فى النمو الجذرى

نظراً لأن النمو الجذرى الجيد يعد أحد العوامل الهامة التى تزيد من قدرة النبات على تحمل نقص الرطوبة الأرضية .. فإن المناقشة فى هذا الجزء تتضمن كلا من هدفى التربية.

وجدت المقاومة للجفاف فى المصادر التالية :

١ - النوع البرى L. pennellii :

ينمو هذا النوع - برياً - في مناطق شديدة الجفاف فى غربى بيرو ، تنعدم فيها الأمطار - تقريباً - بينما تحصل النباتات على معظم احتياجاتها من الرطوبة مما يتكثف على سطح أوراقها من ندى .. علما بأن الضباب يكون كثيفاً فى تلك المناطق . وتتميز النموات الخضرية لهذا النوع باحتياجاتها القليلة من الرطوبة ، وقدرتها على الاحتفاظ بالماء

فى أنسجتها ؛ أما نموها الجذرى .. فهو ضعيف .

٢ - إحدى سلالات النوع L. peruvinum التى وجدت نامية فى وسط الصحراء بأمريكاالجنوبية .

٣ - إحدى سلالات النوع L. chilense التى تتميز بمجموعها الجذرى الكثيف المتعمق فى التربة (عن Rick ١٩٧٧) .

درس Taylor وآخرون (١٩٨٢) إنبات البذور والنمو الأولى للبادرات - تحت ظروف الجفاف مع الحرارة المرتفعة ، أو المعتدلة - فى كل من الطماطم والسلالات المقاومة للجفاف من النوعين البريين L. chilense ، و L. pennellii ، ووجدوا - على غير المتوقع - أن الأنواع البرية كانت أكثر حساسية للجفاف من الطماطم فى درجة حرارة ٢٥°م ، بينما تساوت مع الطماطم فى الإنبات والنمو الأولى للبادرات - تحت ظروف الجفاف - عندما كانت درجة الحرارة ٣٠ أو ٣٥°م .

ويستدل من الدراسات الوراثية على أن المقاومة للجفاف فى النوع L. pennellii صفة كمية يتحكم فيها عديد من العوامل الوراثية (عن Stevens ١٩٨٠) . وقد لقح هذا النوع مع الطماطم وأمكن المحافظة على صفة قدرة الأوراق على الاحتفاظ بالماء فى أنسجتها بعد عدة تلقيحات رجعية ؛ مما يعنى إمكان الاستفادة من هذه الخاصية فى خفض الاحتياجات المائية للطماطم (عن Rick ١٩٨٠) .

هذا .. ويتجه بعض الباحثين إلى الاهتمام بالنمو الجذرى على أساس أنه يمكّن النبات من الاستفادة من الرطوبة التى توجد فى قطاع أكبر من التربة . وذُكرت - فى هذا المجال - طفرة الجذر القطنى Cottony root ، التى اكتشفت أثناء تقييم عدد من سلالات الطماطم للكفاءة العالية فى امتصاص عنصر الفوسفور . وقد وجدت هذه الطفرة فى السلالة P.I.121665 ، وتميزت باحتوائها على عدد كبير جداً من الشعيرات الجذرية ، فضلاً على كفاءتها العالية فى امتصاص عنصر الفوسفور . وقد وجد Hochmuth وآخرون (١٩٨٥) أن هذه الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح أُعطى الرمز crt .

ويذكر Zobel (١٩٨٦) عدة طفرات تتحكم فى النمو الجذرى لنبات الطماطم ،

منها مايلى :

١ - الطفرة المتنحية dgt ، وهى غير قادرة على إنتاج جذور جانبية .

٢ - الطفرة المتنحية ro ، وهى غير قادرة على إنتاج جذور عرضية .

وقد وجد أن النبات الأصيل المتنحى فى الطفرتين (dgt dgt ro ro) - وهو الذى يفترض أن يكون خالياً من أية جذور غير الجذر الأولى - ينمو به عدد يصل إلى ١٢ جذراً من السويقة الجنينية السفلى والجزء العلوى من الجذر الأولى . كما أن المجموع الجذرى للنبات dgt dgt يكون طبيعياً إذا طعم عليه نبات - Dgt .

٣ -الطفرة المتنحية brt (نسبة إلى bushy root) ، التى يظهر بها عدد كبير من الجذور من الجزء القاعدى للسويقة الجنينية السفلى ومن الجذر الرئيسى ؛ أما نموها الخضرى فهو صغير وضعيف . وقد وجد أن هذا الشكل المظهرى يتكون نتيجة لتراكم النشا فى قاعدة الساق والجذر . وقد تبين أن تطعيم الطفرة brt brt على أصل طبيعى يجعل النمو الخضرى للطعم طبيعياً ، بينما يؤدى تطعيم النبات الطبيعى على الطفرة إلى جعل النمو الخضرى للطعم طفرياً .

٤ - طفرة الجذر المتقزم dwarf root التى تجعل النمو الجذرى متقزما ، دون أن يكون لها أى تأثيراً فى النمو الخضرى . ويمكن أن تفيد هذه الطفرة فى حالة الرى بالتنقيط ، وعند الزراعة بنظام تقنية الغشاء المغذى Nutrient Film Technique .

التربية لتحمل الزيادة الكبيرة فى الرطوبة الأرضية

نظراً إلى الوعى المتزايد لدى العامة والمتخصصين بشأن النقص فى كميات الماء الصالحة للرى على المستوى العالمى .. فإن تربية الطماطم لتحمل الزيادة الكبيرة فى الرطوبة الأرضية تبدو أمراً غير منطقى . وبالرغم من ذلك .. فإن جهوداً كبيرة تبذل فى هذا الاتجاه .. والهدف فى كل الحالات هو زيادة فرصة نجاح زراعة الطماطم فى المناطق الغزيرة الأمطار ، التى تكون أراضيها غدقة لفترة طويلة من موسم الزراعة ، والتى تتعرض للفيضانات Floods من حين لآخر .

تتوفر القدرة على تحمل الرطوبة الأرضية العالية فى عدد من أصناف وسلالات الطماطم؛ منها : السلالة LA 1421 (Rebigan وآخرون ١٩٧٧) ، والصنف VF 134 . ففى تجربة أجريت فى نيوزيلندة - لتقييم بعض أصناف الطماطم - هطلت أمطار غزيرة بلغت ٥٧ سنتيمتراً فى يوم واحد ، وأدت إلى القضاء على جميع الأصناف فيما عدا الصنف VF134 (W. L. Sims اتصال شخصى) .

وقد أجريت دراسة موسعة على التقييم لتحمل الرطوبة الأرضية العالية فى المعهد الآسيوى لبحوث وتطوير الخضر ، قام بها Kuo وآخرون (١٩٨٢) . تضمنت الدراسة ٤٦٣٠ صنفاً وسلالة من الجنس Lycopersicon . ووجد الباحثون أن ثمانى سلالات منها فقط - أى أقل من ٢ ر ٠ ٪ من العدد الكلى - أظهرت قدرة على تحمل فترات قصيرة من الإغراق بالماء Flooding المصاحب بارتفاع فى درجة الحرارة ، وكانت أفضل السلالات هى L-123 . وبالرغم من ذلك .. فقد كانت هذه السلالة أكثر حساسية للإغراق من سبعة أنواع أخرى من الخضر قورنت بها تحت نفس الظروف . وفى الولايات المتحدة .. وجدت المقاومة العالية للإغراق بالماء (لمدة خمسة أيام) فى سلالة الطماطم P.I.406966 (McNamara & Mitchell ١٩٨٩) .

يؤدى تعرض نباتات الطماطم للإغراق بالماء إلى ظهور سلسلة من الأعراض التى يمكن التنبؤ بها ؛ وهى : انحناء أنصال الأوراق إلى أسفل leaf epinasty ، وانغلاق الثغور ، وضعف النمو الخضرى فى خلال الـ ٢٤ ساعة الأولى . ثم تظهر أعراض الاصفرار chlorosis ، وسقوط الأوراق الكبيرة بعد ٧٢ - ٩٦ ساعة من بداية التعرض للغرق . وتظهر الجذور العرضية على الأجزاء القاعدية من الساق - عادة - بعد ٢٤ ساعة أخرى . وتلعب القدرة على تكوين هذه الجذور العرضية دوراً كبيراً فى القدرة على تحمل الإغراق . ويتناسب مقدار النقص المشاهدة فى الوزن الجاف للنبات ، ومساحة الأوراق والمحصول - عكسياً - مع قدرة النبات على تكوين الجذور العرضية .

وقد وجد Poysa وآخرون (١٩٨٧) أن هذه الجذور العرضية شكلت أكثر من ٥٠ ٪ من النمو الجذرى فى النباتات التى تعرضت لظروف الإغراق بالماء بصورة مستمرة ، بينما كان نموها محدودا فى النباتات التى تعرضت لظروف الإغراق بصورة متقطعة . وقد اقترح

McNamara & Mitchell (١٩٨٩) أن المقاومة للإغراق بالماء ربما يكون مردها إلى احتياج جذور السلالات المقاومة إلى كميات أقل من الأكسجين لتنفسها ، وقدرتها على التخلص من المركبات السامة التى تتكون أثناء تعرضها للإغراق .

وفى دراسة لاحقة (McNamara & Mitchell ١٩٩٠) .. وجد أن سلالة الطماطم المقاومة للإغراق P.I.406966 كونت جذوراً عرضية كثيرة فى خلال خمسة أيام من معاملة التعرض للإغراق مقارنة بالسلالة P.I.128644 من L. peruvianum var. dentatum غير المقاومة التى كونت جذوراً عرضية قليلة . كما ازدادت مسامية السويقة الجنينية السفلى فى السلالة المقاومة للإغراق بنسبة ٣ - ٦ ٪ ، و ٨ ٪ بعد ٣٦ ، و ٧٢ ساعة من التعرض للإغراق بالماء على التوالى ، بينما لم تتأثر المسامية فى السلالة غير المقاومة .

وعلى صعيد آخر .. وجد Kuo & Chen (١٩٨٠) تماثلاً كبيراً بين تأثير كل من معاملة الإغراق بالماء Flooding ، والمعاملة بالإيثيفون عن طريق ماء الرى على نباتات الطماطم . فكلاهما أدى - فى عدد من الأصناف - إلى ضعف نمو الساق ، واصفرار الأوراق وميلها لأسفل ، ونمو الجذور الجانبية . وقد كانت أكثر السلالات تحملا للإغراق - وهى L 123 - أقلها فى تراكم الحامض الأمينى برولين proline بها تحت هذه الظروف . هذا .. علماً بأن مستوى البرولين فى النبات يتحدد بمدى النقص فى مستوى الأكسجين فى التربة أثناء التعرض للإغراق . فكلما ازداد النقص فى الأكسجين .. ازداد تراكم البرولين فى أنسجة النبات . وقد أدى ذلك إلى اعتقاد الباحثين أن مقاومة السلالة L 123 للإغراق مردها - جزئياً - إلى قدرتها على نقل الأكسجين من النموات الهوائية إلى الجذور .

التربية لمقاومة الملوحة

أجريت عديد من الدراسات على الطماطم ؛ بغرض زيادة قدرتها على تحمل الملوحة العالية - سواء أكانت هذه الملوحة فى التربة أم فى ماء الرى - وسنتناول - فيما يلى - هذا الموضوع بالدراسة ؛ من حيث : طرق التقييم ، ومصادر المقاومة ، ووراثة المقاومة ، وطبيعة المقاومة ، والتقدم فى التربية للمقاومة .

أولاً : طرق التقييم لمقاومة الملوحة ومصادر المقاومة :

قام Taha(١٩٧١) بمقارنة عدد من أصناف الطماطم ؛ من حيث قدرتها على تحمل الملوحة ، ووجد أنه يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات كما يلى :

١ - أصناف حساسة .. ومن أمثلتها الصنفان أيس Ace ، و بيرل هاربر Pearl Harbor .

٢ - أصناف متوسطة المقاومة .. ومن أمثلتها الصنف برتشارد Pritchard .

٣ - أصناف مقاومة .. ومن أمثلتها الصنف الكريزى الثمار جريب Grape .

وظهرت المقاومة فى عدة صور كما يلى :

١ - كان الصنف المقاوم أكثر قدرة على الإنبات تحت ظروف الملوحة .

٢ - كما كانت بذوره أسرع إنباتا فى هذه الظروف .

٣ - أدت زيادة تركيز الملوحة تدريجيا (من صفر إلى ١٢٠٠٠ جزء فى المليون من كلوريد الصوديوم) إلى حدوث نقص متزايد فى الوزن الطازج والجاف للنباتات ، بينما ازدادت نسبة المادة الجافة بها . وكانت هذه التأثيرات فى الصنف جريب أقل وضوحاً مما فى بقية الأصناف .

٤ - أدت المستويات المرتفعة من الملوحة إلى نقص محتوى الأوراق من الكلوروفيل ، وكان هذا التأثير أقل وضوحاً فى الصنف المقاوم .

٥ - احتوت الجذور والنموات الهوائية بالصنف الحساس أيس على أعلى نسبة من الصوديوم والكلور ، وأقل نسبة من البوتاسيوم ، والكالسيوم ، والمغنيسيوم مقارنة بالصنف المقاوم جريب ، الذى احتوت أنسجته على أقل نسبة من الصوديوم والكلور ، وأعلى نسبة من البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم ، بينما كان الصنف برتشارد وسطاً بينهما .

٦ - مع زيادة الملوحة .. نقص وزن الثمرة وحجمها ، بينما ازداد محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية ، والسكريات الذائبة والمختزلة ، وفيتامين جـ .

٧ - بمقارنة تأثير الأنواع المختلفة من الأملاح .. وجد أن كلوريد الصوديوم كان معوقاً للنمو الخضرى بدرجة كبيرة ، بعكس كبريتات الصوديوم التى كانت شديدة الضرر على

الأعضاء الزهرية والثمرية . وكان الضرر أكثر فى الصنف أيس مقارنة بالصنف جريب .

وقد قارن Hassan & Desouki (١٩٨٢) ٢٢ صنفاً وسلالة من الطماطم ؛ من حيث قدرتها على تحمل التركيزات المرتفعة من كلوريد الصوديوم ، ووجدوا أنها – جميعا – كانت حساسة ، وكان الصنف إدكاوى أقلها حساسية . وقد تأكدت – بعد ذلك – المقاومة النسبية لهذا الصنف من دراسات Mahmoud وآخرين (١٩٨٦) ، و Hashim وآخرين (١٩٨٨) .

وتتوفر القدرة على تحمل الملوحة العالية فى عدد من سلالات بعض الأنواع البرية . ويعد النوع L. cheesmanii f. minor – الذى ينمو برياً فى جزر جالاباجوس – أكثر أنواع الجنس Lycopersicon مقاومة للملوحة . ومن بين سلالات هذا النوع كانت السلالة LA 1401 أكثرها مقاومة ، وهى سلالة جمع C.M. Rick بذورها الأصلية من نباتات كانت نامية على صخور على مسافة ٥ أمتار ، وبارتفاع مترين من خط المد بالساحل الشمالى الغربى لجزر جالاباجوس . كانت هذه النباتات معرضة لتركيزات عالية جدا من الملح ؛ بسبب الرذاذ المتواصل الذى يصل إليها من مياه المحيط ؛ كما وجد نامياً بجانبها عدد من النباتات المحبة للملوحة halophytes . وباختبار هذه السلالة فى محلول مغذ لماء البحر .. استمرت النباتات فى النمو ، مع زيادة تركيز نسبة ماء البحر فى المحلول المغذى ، إلى أن وصلت إلى ١٠٠ ٪ ، بينما لم يمكن لنباتات الطماطم البقاء عندما وصل تركيز ماء البحر فى المحلول المغذى إلى ٥٠ ٪ . وقد حدث نقص فى معدل نمو كل من الطماطم والسلالة البرية تحت ظروف الملوحة ؛ مما يعنى أن أياً منهما لم يكن مستفيداً من – أو بحاجة إلى التركيزات – المرتفعة من الصوديوم (Rush & Epstein ١٩٧٦) .

هذا .. إلا أن دراسات أخرى نشرت بعد ذلك أكدت حساسية هذه السلالة – LA 1401 من L. cheesmanii f. minor – للملوحة العالية . فأوضح Hassan & Desouki (١٩٨٢) أن هذه السلالة كانت الأكثر حساسية للملوحة من بين ٢٢ صنفاً وسلالة قاما باختبارها . كما وجد Mahmoud وآخرون (١٩٨٦) أنها كانت أكثر حساسية من الصنفين أيس ، وإدكاوى .

وقد ذُكر أن النوع L. peruvianum أكثر قدرة على تحمل الملوحة من الطماطم ، وكان ذلك فى صورة اختلافات جوهرية بين النوعين فى عديد من الصفات والخصائص

الفسيولوجية التى تؤثر فى استجابة النباتات للتركيزات المرتفعة من كلوريد الصوديوم ؛ مثل : معدل النتح ، وكثافة الثغور ومدى اتساعها ، ومستوى حامض الأبسيسك (Phills وآخرون ١٩٧٩) .

ويذكر Tal & Shannon (١٩٨٣) أن النوعين البريين L. peruvianum ، و L. pennellii أقل حساسية للملوحة من الطماطم ؛ حيث نقص وزنهما الجاف ومحتواهما النسبى من الرطوبة – بدرجة أقل – عند تعرضهما للملوحة العالية ، وظلا أكثر غضاضة ، وتراكم بهما كميات أكبر من الصوديوم والكلورين ، وكميات أقل من البوتاسيوم . وقد وجد الباحثان أن هذين النوعين ، وكذلك النوع L. cheesmanii ، تنمو بدرجة أسرع من الطماطم فى البيئة الملحية ، برغم أن معدلات نموها تكون أقل من الطماطم فى الظروف الطبيعية . وقد أظهر النوع L. pennellii – فى هذه الدراسة – أكبر درجة من الغضاضة ، واحتوى على تركيز أعلى من الصوديوم والكلورين بالأوراق تحت الظروف الملحية . كما استخدم Sacher (١٩٨٣) السلالة PI 124502 من L. pennellii كمصدر لصفة القدرة على تحمل الملوحة فى برنامج للتربية .

كذلك أظهرت دراسة أجراها Dehan & Tal (١٩٧٨) على الطماطم والنوع L.pennellii أن النموات القمية والجذرية لهذا النوع لم تتأثر – جوهرياً – بمعاملات ملوحة بلغت ٢٠٠ مللى مول من كلوريد الصوديوم . وقد حدث – فى النوع البرى – تراكم لأيونى الكلورين والصوديوم ، ونقص لأيون البوتاسيوم – مع زيادة الملوحة – مقارنة بالطماطم . كما أوضحت دراسات Saranga وآخرين (١٩٨٧) أن أنسجة النوع L. pennellii يتراكم فيها الصوديوم دون أن يكون لذلك تأثير كبير على النمو النباتى ؛ الأمر الذى يدل على تحمل أنسجته للمحتوى المرتفع من هذا الأيون .

كذلك اختبر Costa وآخرون (١٩٨٩) ٢٢ سلالة من L. pimpinellifolium ، و ٨ سلالات من L. peruvianum ، ووجدوا – من بينها – ٤ سلالات من النوع الأول تميزت بقدرتها على تحمل الملوحة ؛ وهى PIM -85 ، و PIM - 847 ، و PIM - 1135 ، و PIM - 2350 . وفى اختبار شمل ١٠٦ أصناف وسلالة من سبعة أنواع من الجنس Lycopersicon .. وجد Hassan وآخرون (١٩٨٩) المقاومة للملوحة فى كل من السلالة

من P.I. 365967 ، و LA 1579 ، والسلالتين L.esculentum var. cerasiforme
L. pimpinellifolium ؛ كما كانت السلالات العشر التالية مقاومة نسبياً :

L. pimpinellifolium P.I. 309907, P.I.365959, P.I.375937, P.I. 379023, P.I. 379025, and P.I. 390716 .

L. hirsutum P.I. 365907 and P.I. 365934 .

L. peruvianum P.I. 306811 .

L. chmielewskii P.I. 379030 .

كما اختبر Anastasio وآخرون (١٩٨٨) سلالة واحدة من كل من النوعين L. peruvianum ، و L. pennellii ، وثلاث سلالات من النوع L. esculentum var. cerasiforme ، ووجدوا أن السلالة CER 2022 من النوع الأخير كانت أقواها نمواً وأكثرها قدرة على البقاء ، وأقلها تضراراً من الملوحة .

وخلافا لكل ما ذكر عن مقاومة بعض الأنواع البرية للملوحة .. فقد وجد Shannon وآخرون (١٩٨٧) أن صنف الطماطم هاينز ١٣٥٠ Heinz 1350 لم يختلف جوهرياً - عن الأنواع L. cheesmanii ، و L. peruvianum ، و L. pennellii فى تحمل الملوحة فى مزارع مائية احتوت على تركيزات وصلت إلى ١٥٠ مللى مول من ملحى كلوريد الصوديوم ، وكلوريد الكالسيوم بنسبة مولارية قدرها ١ : ١ . ومع زيادة تركيز الأملاح تدريجيا من صفر إلى ١٠٠ مللى مولار من الملحين بنسبة مولارية قدرها ٥ : ١ فى مزرعة رملية .. لم يختلف النقص النسبى فى المحصول بين الصنف هاينز ١٣٥٠ والسلالة LA 1401 من L. cheesnanii . وقد أدى ذلك إلى أن يقترح الباحثون أن الأساس الفسيولوجى لتحمل الملوحة ربما يكون مختلفاً فى التركيزات المتوسطة من الملوحة عما يكون عليه فى التركيزات العالية . ولكن الصورة قد تتضح - بشكل أفضل - بإعادة الإشارة إلى ما وجده Hassan & Desouki (١٩٨٢) ، والذى أكده Mahmoud وآخرون (١٩٨٦) من أن هذه السلالة أكثر حساسية للملوحة من أصناف الطماطم التى اختبرت معها .

وعموما .. فإنه يبدو - كما ذكر Phills وآخرون (١٩٧٩) - أن هذا النوع L. chees-

manii – ليس مقاوماً بذاته ، ولكنه يعطى عند تلقيحه مع الطماطم تراكيب وراثية تتحمل الملوحة بشكل جيد . وكان ذلك الاستنتاج قريباً مما توصل إليه Sacher وآخرون (١٩٨٢) بشأن مقاومة النوع L. pennellii للملوحة ؛ حيث ذكروا أن العوامل الوراثية التى تتحكم فى القدرة علي تحمل الملوحة في سلالات الجيل التاسع للتلقيح :

(New Yorker x L. pennellii) x New Yorker

تأتى من الأبوين –المزروع والبرى – وتتفاعل معاً بطريقة إضافية .

من المفضل اختبار مقاومة النباتات للملوحة بريها بمحاليل مغذية تحتوى على نسب مختلفة من ماء البحر ، بدلاً من الرى بمحلول لأحد الأملاح أو لمخلوط من أملاح معينة ؛ ذلك لأن توازن الأملاح الذى يوجد فى ماء البحر يجعله أكثر المحاليل الملحية قرباً إلى المحلول الأرضى من حيث محتواه من مختلف الأملاح والأيونات ؛ حيث يزيد فيه تركيز أيونات البورون والمغنسيوم والكبريتات والكربونات ، بالإضافة إلى أيونى الصوديوم والكلورين (Rush & Epstein ١٩٨٠) .

ومن أهم خصائص ماء البحر مايلى :

١ – يبلغ محتواه من الأملاح ٥ر٣ ٪ ؛ أى نحو ٣٥٠٠٠ جزء فى المليون .

٢ – يبلغ تركيز كلوريد الصوديوم به نحو ٥ ر٠ مولاراً ، فيصل محتواه من الصوديوم إلى ١٠٥٦١ جزءاً فى المليون ، ومن الكلورين إلى ١٨٩٨٠ جزءاً في المليون .

٣ – تبلغ درجة توصيله الكهربائى ٣ ر٤٦ مللى موز / سم (Weast ١٩٧٦) .

ويبين جدول (٣–٣) تركيز العناصر المغذية الرئيسية فى كل من المحلول الأرضى ، والمحلول المغذى ، وماء البحر (عن Epstein وآخرين ١٩٧٩) .

جدول (٣-٣) : تركيز العناصر المغذية الرئيسية فى كل من المحلول الأرضى والمحلول المغذى وماء البحر .

العنصر	التركيز بالجزء فى المليون		
	المحلول الأرضى	المحلول المغذى	ماء البحر
البوتاسيوم	٣٠	٢٣٥	٣٨٠ ويعد غنياً بالعنصر
الكالسيوم	٧٥	١٦٠	٤٠٠ ويعد غنياً بالعنصر
المغنسيوم	٧٥	٢٤	١٢٧٢ ويعد غنياً جداً بالعنصر
النيتروجين	١٠٠	٢٢٤	١٠٠ر٠ -٧٠ ر٠ ويعد فقيراً جداً بالعنصر
الفوسفور	١٥ر٠	٦٢	أقل من ١٠٠ر٠ - ١ر٠ ويعد فقيراً جداً بالعنصر
الكبريت	٣٨	٣٢	٨٨٤ ويعد غنياً جداً بالعنصر

أجرى Hassan & Desouki (١٩٨٦) اختبارات التقييم لمقاومة الملوحة بإنتاج شتلات الطماطم فى وسط عادى (مخلوط من الرمل والبيت موس بنسبة ١ : ١) ، ثم شتلها فى أصص بقطر ٢٠ سم - مملوءة بالرمل المغسول - بمعدل ٣ شتلات بكل أصيص - وريها لمدة ٢ - ٤ أسابيع بمحلول مغذ حتى تستعيد نموها ، ثم تبدأ بعد ذلك معاملة الملوحة ، وتستمر لحين موت جميع نباتات المقارنة ، ويمكن أن تستمر لمدة أسبوع أو أسبوعين آخرين لزيادة فاعلية الانتخاب . وقد أجرى الباحثان معاملة الملوحة بالرى خمس مرات - أسبوعياً - بمحلول مغذ فى ٥٠ - ٧٥ ٪ ماء بحر . استعمل التركيز المنخفض عندما كانت النباتات رهيفة ، وفى حالات الإضاءة الضعيفة . كما رويت النباتات بالمحلول المغذى فقط مرتين أسبوعياً ، بغرض غسيل الأملاح التى يؤدى تراكمها على سطح الرمل إلى تحليق النباتات المنتخبة وموتها تدريجياً . كما أدت عملية الغسيل إلى نقل الأملاح إلى منطقة الجذور ؛ الأمر الذى أدى إلى زيادة فاعلية عملية الانتخاب لمقاومة الملوحة . وقد سجل الباحثان عدد النباتات الميتة بفعل الملوحة يومياً ، وعرضا النتائج كنسبة مئوية متراكمة للنباتات الميتة مع الزمن .

وفى دراسة أخرى .. أجرى Hassan وآخرون (١٩٨٩) اختبار التقييم فى حجرة للنمو ، مع رى البادرات ابتداء من عمر خمسة عشر يوماً - لمدة شهر - بمياه جوفيه خفف فيها

تركيز الأملاح من نحو ٥٠ مللى موز / سم إلى ١٥ مللى موز / سم . أدت هذه المعاملة إلى موت نحو ٥٠ ٪ من أصناف الطماطم التى استخدمت للمقارنة .

واستخدام Mahmoud وآخرون – فى تقييمهم لمقاومة الملوحة – محلولاً ملحياً يتكون من كلوريد الصوديوم وكلوريد الكالسيوم (بنسبة ٣ : ١) ؛ بتركيزات ١٠ آلاف جزء فى المليون ، وكان دليلهم على تحمل الملوحة صفات وزن النبات ، وعدد العناقيد الزهرية ، والمحصول الكلى .

وبالمقارنة .. وجد Cruz وآخرون (١٩٩٠) أن أفضل دليل لاختبارات تحمل الملوحة (اشتملت الاختبارات على ٣٩ سلالة وصنفاً من خمسة أنواع من الجنس Lycopersicon) هو قياسات طول النبات ، والوزن الجاف للأوراق ، والوزنين الجاف والطازج للسيقان ، ومحتوى الأوراق من عنصرى الكلور والصوديوم .

ويعتمد بعض الباحثين – فى تقدير القدرة على تحمل الملوحة – على أمرين ؛ هما :

١ – مستوى الملوحة المحتمل Salinity Threshold .. وهو الحد الأقصى للملوحة الذى يمكن للنبات أن يتحمله دون أن ينخفض محصوله .

٢ – الانحدار Slope .. وهو الارتداد الخطى linear regression للنقص فى المحصول، مقابل الزيادة فى مستوى الملوحة بعد المستوى المحتمل .

ويمكن أن يكون المحصول هو محصول الثمار الفعلى فى الأصناف التجارية ، أو الوزن الجاف للسيقان ، وللأوراق فى أى من الأصناف التجارية ، أو السلالات البرية .

وقد استخدم Bolarin وآخرون (١٩٩١) تلك الطريقة فى تقييم ٢١ سلالة تنتمى إلى أربعة أنواع برية من الجنس Lycopersicon ، وكانت أكثر السلالات تحملا للملوحة فى هذه الدراسة هى السلالة PE-2 من L. pimpinellifolium ، وتلتها السلالات PE - 45 (L. pennelli) ، و PE- 34 ، و PE - 43 (L. hirsutum)، و PE-16 (L. eperuvianum).

وهناك من الباحثين من اعتمدوا فى اختبارات الملوحة على نسبة أو سرعة إنبات البذور فى وسط ملحى . فاختبر Jones (١٩٨٦) سرعة إنبات بذور ١٣ سلالة تمثل ستة أنواع برية

من الجنس Lycopersicon ، و ٢٠ سلالة من الطماطم فى أطباق بترى على آجار يحتوى على ١٠٠ مللي مول من كلوريد الصوديوم ، وكانت أسرع السلالات إنباتاً - مرتبة تنازلياً - هى :

السلالة PI 126435 من L. peruvianum .

السلالة LA 716 من L. pennellii .

السلالة PI 174263 من L. esculentum .

كما أمكن التعرف على عدد آخر من السلالات التى أظهرت سرعة نسبية فى الإنبات فى وجود كلوريد الصوديوم ، وكانت من النوعين L. pimpinellifolium ، و L. peruvianum. هذا .. إلاّ أن معاملة الملوحة أخّرت الإنبات فى جميع السلالات مقارنة بالشاهد (الكنترول) ؛ كما اختلفت سرعة الإنبات جوهرياً - كذلك - فى غياب كلوريد الصوديوم . كذلك وجد Sin-el'nikova وآخرون (١٩٨٣) أن صنفى الطماطم Yusupovskii ، و Karlik 1185 كانا مقاومين ؛ حيث أنبتت بذورهما على درجة حرارة ٢٢°م فى محلول ملحى يحتوى على ٨٥ر٠٪ من كلوريد صوديوم ؛ بنسبة إنبات بلغت ١٠٠ ٪ ، و ٩٦ ٪ للصنفين على التوالى . وقد استمرت مقاومة الصنفين بعد شتلهما فى أصص وريهما بمحلول ملحى ، مقارنة بالأصناف الأخرى التى قورنت بهما .

وجرت محاولات للانتخاب للقدرة على تحمل الملوحة فى مزارع للأنسجة وتبعاً لـFillippone (١٩٨٥) .. فإن أفضل تركيز لملح الطعام فى مزارع الأنسجة هو ٥ ر٠٪ . وكان الباحث قد استعمل "explants" من فلقات صنفين من الطماطم زرعا على بيئة Lin-smaier & Skoog ، أضيف إليها IBA ، و BA . وقد ظهرت اختلافات بين الصنفين فى نمو خلايا الكالوس وتميزها بعد ٤٢ يوماً من بداية الاختبار ؛ مما قد يعنى وجود اختلافات وراثية بينها فى القدرة على تحمل الملوحة .

كذلك تمكن Bourgeais وآخرون (١٩٨٧) من زيادة القدرة على تحمل الملوحة فى صنف الطماطم سانت بيير St - Pierre ، على صورة زيادة مضطردة فى النمو النباتى ، مع النقل المتكرر إلى بيئات مغذية ، تحتوى على تركيزات متزايدة من كلوريد الصوديوم ، وصلت

إلى ٧٥ أو ١٠٠ مللى مول . وقد استمرت الزيادة فى القدرة علي تحمل الملوحة حتى الجيل الثالث ؛ حيث لم تظهر فى الجيل الرابع أية زيادة إضافية فى النمو النباتى عند تساوى تركيز الملح فى الجيلين .وقد استخدام الباحثون فى هذه الدراسة – لمزارع الأنسجة – إما النسيج الطرفى للسيقان (بما فى ذلك البرعم القمى والسلاميات الأخيرة) ، وإما نسيج الكالوس المتكون من جذور أو سيقان النباتات .

وفى محاولة لربط جينات المقاومة للملوحة بإنزيمات معينة ليسهل التعرف عليها باختبارات الفصل الكهربائى electrophoresis دونما حاجة إلى اختبارات التقييم فى وسط ملحى .. قام Zamir & Tal (١٩٨٧) بدراسة الآباء ، والجيل الأول ، والجيل الثانى لهجين نوعى بين الطماطم الحساسة للملوحة ، والنوع البرى L. pennellii المقاوم فوجدا – كما كان معروفا من قبل – أن أيونى البوتاسيوم والصوديوم يتراكمان فى النوع الحساس بدرجة أكبر مما يحدث فى النوع البرى المقاوم . وبتحليل ١١٧ نباتاً من الجيل الثانى لخمسة عشر إنزيماً (موزعة على تسعة من كروموسومات الطماطم الاثنى عشر) بطريق الفصل الكهربائى .. أمكن التعرف على أربعة مواقع جينية ذات تأثير كمى على امتصاص أيونى الصوديوم والكلورين ، وموقعين آخرين مؤثرين على امتصاص أيون البوتاسيوم .

ثانياً : وراثة القدرة على تحمل الملوحة :

أجمعت الدراسات القليلة – التى أجريت على وراثة القدرة على تحمل الملوحة فى الطماطم – على أنها صفة كمية معقدة . ومع ذلك، .. فقد أمكن الانتخاب لتلك الصفة فى الأجيال الانعزالية عندما استخدمت السلالة LA 1401 من L. cheesmanii f. minor كمصدر لها (Rush & Epstein ١٩٨١) ، ولكن تطلب الأمر الانتخاب للصفة حتى الجيل الثالث قبل كل تلقيح رجعى (Hassan & Desouki ١٩٨٦) . وكما سبق بيانه .. فقد أوضحت دراسات Sacher وآخرين (١٩٨٢) على سلالات الجيل التاسع للتلقيح :

(New Yorker x L. pennellii) x New Yorker

أن العوامل الوراثية التى تتحكم فى صفة القدرة على تحمل الملوحة تأتى من الأبوين (المزروع والبرى) ، وتتفاعل معاً بطريقة إضافية .

ثالثاً : طبيعة القدرة على تحمل الملوحة :

تبين – لدى مقارنة تأثير التركيزات المرتفعة من الملوحة على كل من الطماطم والنوع البرى L. cheesmanii المقاوم للملوحة – مايلى :

١ – حدثت فى كليهما زيادة فى محتوى النباتات من النيتروجين الأمينى والحموضة الحرة ، وكانت تلك الزيادة فى الطماطم أكبر مما فى النوع البرى .

٢ – كان الحامض الأمينى برولين proline أكثر الأحماض الأمينية تأثراً بزيادة الملوحة.

٣ – حدثت كذلك زيادة واضحة جداً فى تركيز الحامض الأمينى أسبارتك aspartic مع زيادة الملوحة ، إلا أنه لم تظهر اختلافات بين الطماطم والنوع البرى فى هذا الشأن .

٤ – صاحبت زيادة الملوحة زيادة كبيرة فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار.

٥ – تراكم بأوراق النوع البرى كميات كبيرة من الصوديوم دون أن يتأثر بشدة ، أو تبدو عليه علامات التسمم من الصوديوم ، بينما لم يحدث ذلك التراكم فى أنسجة أوراق الصنف الحساس VF 36 (Rush & Epstein ١٩٧٦) .

كما وجد Rush & Epstein (١٩٨١أ) – من دراستهما على جذور صنف الطماطم والتر Walter والسلالة LA 1401 من L. cheesmanii – أن جذور النوع البرى امتصت كميات من البوتاسيوم أكبر بكثير مما امتصت الطماطم فى أى من تركيزات الملوحة التى استعملت فى هذه الدراسة ، خاصة في التركيزات المنخفضة (من ١٠ر٠ إلى ١ر٠ مللى مول كلوريد صوديوم) ، وفى التركيزات المرتفعة (٥٠ – ١٠٠ مللى مول) ؛ وانتقل إلى النموات الخضرية فى النوع البرى كميات من الصوديوم أكبر بكثير مما انتقل إلى الطماطم ، بينما كان انتقال البوتاسيوم من الجذور إلى النموات الخضرية محدوداً . وقد حل الصوديوم – جزئيا – محل البوتاسيوم فى النوع البرى ، بينما لم يحدث ذلك فى الطماطم .

وقد قارن Rush (١٩٨٦) هذه السلالة من L. cheesmanii ببعض أصناف الطماطم ، ووجد أن النوع البرى هو الأكثر قدرة على تحمل الملوحة ؛ وكان مرد ذلك إلى قدرته

على تحمل تراكم الصوديوم فى أوراقه ، وهو العنصر الذى امتصه النوع البرى ونقله إلى الأوراق بمعدلات أكبر من الطماطم ؛ حيث تركز فى أماكن معينة منها .. وهو ما يعرف باسم Compartmentation .

كانت الدراسات السابقة ترتكز على كون السلالة LA 1401 أكثر تحملاً للملوحة من أصناف الطماطم التى قورنت بها ؛ ولكن دراسات أخرى - سبقت الإشارة إليها (Hassan & Desouki ١٩٨٢ ، و Mahmoud وآخرون ١٩٨٦) - أوضحت خلاف ذلك ؛ حيث كانت هذه السلالة أكثر حساسية للملوحة من أصناف الطماطم التى قورنت بها ، وبالرغم من ذلك .. فلم يتغير نمط تراكم الأملاح بها .. فعندما قارن Mahmoud وآخرون (١٩٨٦) هذه السلالة (التى كانت أكثر حساسية للملوحة فى اختبارهم) بالصنفين : أيس (المعروف بحساسيته للملوحة) وإدكاوى (الذى كان أكثر تحملاً للملوحة) .. وجدوا أن أوراق السلالة البرية ، والصنف إدكاوى احتوت على تركيزات أعلى من أيونات الصوديوم والكالسيوم والكلور، وتركيزات من أيون البوتاسيوم أقل من أوراق الصنف أيس ، الذى كان - كذلك - أقل نضارة Succulence من أى منهما تحت ظروف الملوحة .

ويبدو أن التركيز المطلق للأيونات المختلفة في الأنسجة النباتية - تحت ظروف الملوحة العالية لا يرتبط بمقاومة النباتات للملوحة ، كما تدل على ذلك دراسات Sacher وآخرين (١٩٨٣) . وقد قارن الباحثون صنف الطماطم New Yorker بالسلالة P.I.246502 من النوع البرى L. pennellii ، و ١٦ سلالة تربية ناتجة من التهجين بينهما تحت ظروف الملوحة (١ ر ٠ مولار كلوريد صوديوم) ، وفى الظروف العادية . وقد أظهرت هذه الدراسة وجود مجال واسع من القدرة على تحمل الملوحة فى سلالات التربية التى كانت أكثر تحملا من الصنف التجارى . وكان النمو تحت ظروف الملوحة مرتبطاً - بشكل جوهرى - بالقدرة النسبية لتنظيم تراكم الصوديوم بأوراق النباتات ، بينما لم يوجد أى ارتباط بين القدرة على النمو تحت الظروف الملحية وبين التركيز المطلق لأى من الصوديوم أو الكلورين بأوراق النباتات فى هذه الظروف . وتُحدَّد القدرةُ النسبيةُ لتنظيم تراكم الصوديوم بأنها نسبة الأيون بأوراق النباتات النامية تحت الظروف الملحية إلى نسبته بأوراق نفس التركيب الوراثى عند نموه فى الظروف العادية . وتدل النسبة المنخفضة على زيادة قدرة البنات التنظيمية للأيون .

وقد بينت دراسة أخرى لـ Sacher وآخرين (١٩٨٢) أن القدرة على تحمل الملوحة فى هذه السلالات كان مردها إلى القدرة على تنظيم استبعاد أيون الصوديوم ، مع زيادة فى قدرة الأنسجة على تحمل الزيادة المتوسطة فى تركيز الملح . كذلك تبين لدى مقارنة صنف الطماطم الحساس للملوحة E6203 بالصنف المقاوم Edkawy (Hashim وآخرون ١٩٨٨) فى مستويات مختلفة من الملوحة أنه - مع زيادة الملوحة - حل الصوديوم محل البوتاسيوم بدرجة واحدة فى جذور الصنفين . لكن هذا الإحلال للبوتاسيوم اختلف بين الصنفين فى الأنسجة الأخرى التى درست ؛ حيث أبقى الصنف المقاوم على تركيزات أعلى من البوتاسيوم فى السيقان والأوراق فى مختلف مستويات الملوحة . ومع زيادة الملوحة .. حافظ الصنف Edkawy على نسبة أفضل بين أيونى البوتاسيوم والصوديوم في كل الأنسجة ، وبين أيونى الكالسيوم والصوديوم في الجذور من الصنف الحساس E6203 . أما أيون الكلورين .. فقد كان الأنيون الرئيسى المؤثر فى حالة التوازن فى النبات ؛ فقد تراكم - بدرجة أكبر - فى الجذور ، وبدرجة أقل فى السيقان والأوراق فى الصنف الحساس مما فى الصنف المقاوم - خاصة فى المستويات العالية من الملوحة (حتى ٢٥٠ مللى مول كلوريد صوديوم) - بينما كانت مستويات الصوديوم أقل فى الجذور وأعلى فى الأوراق فى الصنف المقاوم (Hashim وآخرون ١٩٨٨أ) .

وعن مستوى البرولين prolineفى النباتات المعرضة لظروف الملوحة .. سبقت الإشارة إلى ما وجده Rush & Epstein (١٩٧٦) من أنه أكثر الأحماض الأمينية تأثراً بزيادة الملوحة . وقد قارن Katz & Tal (١٩٨٠) مستوى البرولين المتراكم فى أنسجة الكالوس المتحصل عليها من أوراق أصناف الطماطم التجارية والنوع البرى L. peruvianum فى بيئات مختلفة تحتوى على كلوريد الصوديوم أو البرولين . ووجد الباحثان أن مستوى البرولين الطبيعى فى أنسجة الكالوس الخاصة بالأصناف التجارية ازداد عند تعرضها لزيادة كلوريد الصوديوم ، بدرجة أكبر مما حدث فى أنسجة النوع البرى ، وكان مماثلاً لما يحدث - عادة - فى النباتات الكاملة لدى تعرضها لظروف قاسية . وقد تراكم البرولين فى أنسجة الكالوس النامية فى بيئة أضيف إليها البرولين بدرجة واحدة فى الطماطم والنوع البرى إلا أن تركيز الحامض الأمينى تناقص فى أنسجة الكالوس - مع الوقت - فى

النوع البرى بدرجة أكبر مما فى الطماطم .

رابعاً : التقدم فى التربية لمقاومة الملوحة :

قام Rush & Epstein (١٩٨١) بتهجين صنف الطماطم Walter مع السلالة LA 1401 من النوع البرى L. cheesmanii f. minor ، وأنتجا الجيلين الأول والثانى ، والتهجينات الاختبارية ، والجيل الثالث للتهجين الرجعى الأول إلى صنف الطماطم . وقد انتخبا من هذا الجيل الرجعى الأول سلالات كانت على درجة عالية من المقاومة للملوحة ؛ حيث أمكنها البقاء ، وأنتجت محصولاً من الثمار ، بالرغم من ريها بمحاليل مغذية ، وصلت فيها نسبة ماء البحر إلى ٧٠ ٪ . ويبين شكل (٣-١ ، فى آخر الكتاب) أوراق وثمار النوع البرى ، والطماطم ، وثمار السلالات المنتخبة من التهجين الرجعى الأول للطماطم .

وقد حصل Hassan & Desouki (١٩٨٦) - كذلك - على سلالات مشابهة فى الجيل الثانى للتلقيح الرجعى الأول بين صنف الطماطم Peto 86 ونفس السلالة البرية السابقة .

كما حصل Sacher وآخرون (١٩٨٢) أيضاً على سلالات مقاومة للملوحة ، ولكن من الجيل التاسع للتلقيح الرجعى الأولى إلى الطماطم بعد التلقيح بين صنف الطماطم New Yorker والسلالة P.I. 246502 للنوع البرى L. pennellii . ويتضح مما تقدم أن محاولات التربية لمقاومة الملوحة - التى نما علمها للمؤلف - لم تتعد - إلى الآن - مرحلة التهجين الرجعى الأول .

التربية لتحمل النمو فى الأراضى الحامضية

لا تجود زراعة معظم محاصيل الخضر - بما فى ذلك الطماطم - فى الأراضى العالية الحموضة التى يقل فيها الـ pH عن ٥ ر٥ ، وهى الأراضى التى يصبح فيها الحديد والألومنيوم ذائبين بدرجة عالية ، بحيث يصبح تركيزهما ساماً للنباتات . وقد ذكر Foy وآخرون (١٩٧٣) أنه وجدت اختلافات جوهرية بين أصناف الطماطم فى قدرتها على النمو فى أراض ذات pH ٢ ر٤ . وكانت أكثر الأصناف حساسية هى Tuckers Favorite ، وAnahu ، وأكثرها تحملاً Ace ، و Owyhee .

وقد احتوت جذور الأصناف المقاومة على كميات أقل من الألومنيوم مما فى جذور

الأصناف الحساسة . ويعنى ذلك أنه يمكن التربية لإنتاج أصناف من الطماطم تصلح للزراعة فى الأراضى الحامضية التى لا يمكن علاجها بصورة اقتصادية .

التربية لتحمل نقص العناصر الغذائية

أجريت دراسات عديدة ؛ بهدف زيادة قدرة الطماطم -وراثياً - على تحمل نقص العناصر الغذائية . ويفيد ذلك عند الزراعة فى الأراضى الفقيرة بطبيعتها فى هذه العناصر، وفى الأراضى القلوية التى يثبت فيها كثير من العناصر فى صورة غير ميسرة للنبات ، وفى المناطق الى لا يوجد فيها وعى بأهمية عملية التسميد . ففى هذه الحالات .. تستفيد النباتات - التى تتحمل نقص العناصر - من القدر الضئيل الذى قد يكون متوفراً منها فى التربة . ونذكر - فيما يلى - جهود التربية فى هذا المجال مقسمة حسب العناصر :

١ - النيتروجين :

قيم O'sullivan وآخرون (١٩٧٤) ١٤٦ سلالة من الطماطم للقدرة على النمو فى محلول مغذ ، يحتوى على مستوى منخفض من الآزوت ؛ بتوفير العنصر بمعدل ٣٥ ملليجراماً فقط لكل نبات ، ووجدوا اختلافات وراثية بين السلالات من حيث كفاءتها فى الاستفادة من الكميات المتاحة من العنصر ، معبراً عن ذلك بالمليجرام من المادة الجافة التى يُصَنِّعها النبات مقابل كل ملليجرام من الآزوت الممتص . وتحت هذه الظروف .. كان الوزن الجاف للسلالات ذات الكفاءة أعلى بمقدار ٤٥ ٪ من السلالات القليلة الكفاءة .

وقد تبين من الدراسات الوراثية - التى أجريت على أكثر وأقل الأصناف كفاءة فى الاستفادة من الكميات القليلة المتاحة لها من الآزوت - أن هذه الصفة يتحكم فيها عدد قليل من الجينات ، وأن الكفاءة العالية صفة سائدة ، مع ظهور تفاعلات آليلية من النوع الإضافى × الإضافى .

٢ - الفوسفور :

وجد Coltmann وآخرون (١٩٨٥) اختلافا فى معدل النمو بين سبع سلالات من الطماطم عند نقص الفوسفور فى بيئة الزراعة ، علماً بأن هذه السلالات تتماثل فى معدل نموها فى ظروف التغذية الطبيعية . وقد وصلت هذه الاختلافات إلى ٧٣ ٪ . وأوضحت

الدراسة أن معدل امتصاص الفوسفور لكل وحدة من وزن أو طول الجذر كان عاملاً أولياً فى تحديد قدرة السلالة على امتصاص العنصر . كذلك كان لمدى قدرة السلالات على الاستفادة من الفوسفور الممتص دور هام فى إبراز فروق النمو بينهما تحت ظروف نقص العنصر .

ونظراً لأن الفوسفور لا ينتقل فى التربة .. فإن كفاءة النباتات فى الاستفادة من الكميات المتاحة منه تتحدد بمدى تغلغل المجموع الجذرى فى التربة (عن Bliss ١٩٨١) . وقد أوضحت دراسات Coltman (١٩٨٧) أن سلالات الطماطم القادرة على تحمل نقص الفوسفور كانت أكثر كفاءة فى امتصاص العنصر ، كما كانت شعيراتها الجذرية - تحت ظروف نقص العنصر - أطول ، وغطَّت الجذور لمسافة أطول مما فى السلالات الحساسة .

وقد وجد أثناء تقييم عدد من سلالات الطماطم للكفاءة فى امتصاص الفوسفور من محلول مغذ يحتوى على العنصر - بتركيز منخفض قدره ٩٧ ميكرومول - أن السلالة P.I. 121665 كانت على درجة عالية من الكفاءة . وقد تميزت هذه السلالة - دون غيرها - بكثافة شعيراتها الجذرية ؛ لذا أطلق على هذا الشكل المظهرى اسم الجذر القطنى Cottony root . وبرغم أن سلالة أخرى - هى P.I.1102716 - كانت على نفس القدر من الكفاءة فى امتصاص الفوسفور ..إلا أن جذورها كانت عادية . وقد وجد Hochmuth وآخرون (١٩٨٥) أن صفة الجذر القطنى متنحية ، ويتحكم فيها جين واحد أُعطى الرمز crt.

٣ - البوتاسيوم :

قيم Makmur وآخرون (١٩٧٨) ١٥٦سلالة من الطماطم للقدرة على النمو فى محلول مغذ يحتوى على مستوى منخفض من البوتاسيوم قدره ٥ ملليجرامات لكل نبات ، ووجدوا اختلافات كبيرة بينها فى كفاءتها فى استغلال الكميات القليلة المتاحة من العنصر ؛ معبراً عن ذلك بعدد ملليجرامات المادة الجافة التى ينتجها النبات مقابل كل ملليجرام من البوتاسيوم الممتص . وكان الوزن الجاف لأعلى السلالات كفاءة فى الاستفادة من البوتاسيوم - تحت هذه الظروف - يزيد بمقدار ٧٩ ٪ عن أقل السلالات كفاءة . وقد احتوت السلالات العالية الكفاءة على بوتاسيوم يقل بنسبة ٣٩ ٪ ، وصوديوم يزيد بنسبة ٢٩ ٪ فى أنسجتها مقارنة بالسلالات المنخفضة الكفاءة . وأوضحت الدراسات الوراثية على هاتين السلالتين أن الجينات التى تتحكم فى الكفاءة العالية ذات تأثير إضافى أساساً ، بينما كان

تأثير السيادة والتفوق أقل .

وبرغم أن عنصر الصوديوم ليس ضرورياً لنمو الطماطم ، إلا أنه يمكن أن يحل محل البوتاسيوم فى أمور عامة ؛ مثل تنظيم الضغط الآسموزى لذا .. فإن فصل تأثيرات كفاءة استفادة النبات من عنصر البوتاسيوم - فى الأمور التى ليس للصوديوم علاقة بها - عن التأثيرات فى الأمور التى يكون للصوديوم علاقة بها .. يعد ضرورياً لتحديد كفاءة السلالات فى الاستفادة من البوتاسيوم بصورة أفضل ؛ وبناء على ذلك .. قام Figdore وآخرون (١٩٨٩) بتقييم ١٠٠ سلالة من الطماطم فى محلول مغذ يحتوى على مستوى منخفض من البوتاسيوم قدره ٠٧١ ر٠ مللى مول فى غياب ، أو وجود الصوديوم (المضاف) ؛ للتعرف على الاختلافات بين السلالات فى كفاءة استعمال البوتاسيوم ، وفى كفاءة إحلال الصوديوم محل البوتاسيوم ، وفى تراكم الصوديوم بالأوراق العليا .

واعتماداً على النتائج المتحصل عليها .. اختيرت خمس سلالات تمثل أقصى الاختلافات فى الصفات السابقة ، وأجريت بينها كل التلقيحات الممكنة لدراسة وراثة تلك الصفات . وقد توصل الباحثون إلى أن درجة توريث صفة كفاءة استعمال البوتاسيوم - فى غياب الصوديوم - منخفضة ، وتتأثر جوهرياً جداً بكل من فعل الإضافة والسيادة والإضافة × الإضافة . وكانت درجة توريث صفة كفاءة إحلال الصوديوم محل البوتاسيوم عالية ، وتأثرت جوهرياً جداً بفعل الإضافة والسيادة . كذلك كانت درجة توريث صفة تراكم الصوديوم بالأوراق العاليا عالية ، وتأثرت - جوهريا جداً - بفعل الإضافة . هذا .. وكان Makmur وآخرون قد وجدوا أن إحدى السلالات ذات الكفاءة العالية فى الاستفادة من البوتاسيوم تستجيب لإضافة الصوديوم حتى مع توفر البوتاسيوم بدرجة متوسطة .

٤ - الكالسيوم :

قام English & Maynard (١٩٨١) بتقييم ٢٤ صنفاً وسلالة من الطماطم من حيث القدرة على النمو فى محلول مغذ يحتوى على تركيز منخفض من الكالسيوم قدره ٥ر١٦ ملليجراماً كالسيوم لكل نبات ، ووجدا اختلافات وراثية بينها فى الاستفادة من الكميات المتاحة من العنصر ، معبراً عن ذلك بعدد ملليجرامات المادة الجافة التى ينتجها النبات مقابل كل ملليجرام من الكالسيوم الممتص . كانت أكثر

السلالات كفاءة هى سلالة الطماطم P.I.205040 ، والسلالة P.I.129021 من الهجين النوعى L. esculentum × L. pimpinellifolium اللتين احتفظتا بكفاءتهما العالية حتى فى المستويات المرتفعة من الكالسيوم .

كذلك قام Giordano وآخرون (١٩٨٢) بدراسة مماثلة على ١٣٨ سلالة من الطماطم ، ووجدوا اختلافات وراثية بينها فى كفاءة الاستفادة من الكالسيوم المتاح لها ؛ حيث أعطت السلالات العالية الكفاءة وزناً جافاً يزيد بمقدار ٨١ ٪ على السلالات القليلة الكفاءة ، بينما كان الوزن الجاف لجميع السلالات متقارباً حينما كان الكالسيوم متوافرا بتركيز كاف قدره ٤٠٠ ملليجرام لكل نبات . وقد أظهرت الدراسة أن السلالات العالية الكفاءة كانت أكثر قدرة على امتصاص الكالسيوم من المحاليل المغذية الفقيرة بالعنصر ، وأكثر كفاءة فى الاستفادة مما تمتصه منه .

كما تبين من دراسة وراثية - أجريت على أكثر وأقل السلالات كفاءة - أن هذه الصفة تتأثر أساساً بالفعل الإضافى للجينات . وفى دراسة وراثية أخرى -أجريت على أربع سلالات تمثل أقصى الاختلافات فى الاستفادة من الكالسيوم المتوفر بكميات قليلة قدرها ١٠ ملليجرامات من العنصر لكل نبات (Li & Gabelman ١٩٩٠) - وجد أن الكفاءة (معبراً عنها بالوزن الجاف للنبات) تتأثر بفعل الإضافة والسيادة للجينات المتحكمة فى الصفة ، التى تراوحت درجة توريثها - على النطاق العريض - من ٦٣ ٪ إلى ٧٩ ٪ ، وعلى النطاق الضيق .. من ٤٧ ٪ إلى ٤٩ ٪ ، ومن ٦٨ ٪ إلى ٧٥ ٪ فى عائلتين مختلفتين .

٥ - الحديد :

وجد أن سلالة الطماطم T 3820 غير قادرة على امتصاص ونقل الحديد بكميات تفى بحاجة النبات من هذا العنصر ؛ حيث بلغ تركيز الحديد بها ربع التركيز الطبيعى ، بالرغم من توفر العنصر للنبات . وقد تبين أن هذه الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح (Brown وآخرون ١٩٧٢) .

٦ - البورون :

أوضح Brown & Jones (١٩٧١) أن نباتات نفس السلالة السابقة (T 3820)

كانت – كذلك – غير قادرة على امتصاص ونقل البورون بكميات تفى بحاجة النبات من هذا العنصر؛ حيث كانت نباتات الطماطم صنف Rutgers أكفأ ١٥ مرة منها فى امتصاص العنصر .

كما اكتشف Wall & Andrus(١٩٦٢) طفرة أخرى شبه مميتة – أطلق عليها اسم الساق القابلة للكسر Brittle Stem – لا يمكنها نقل البورون داخل النبات . وقد تبين أن هذه الصفة يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز btl .

التربية لتحمل تلوث البيئة

أولى الباحثون مقاومة الأوزون اهتماماً خاصاً ؛ لأنه من أكثر المركبات إسهاماً فى تلوث البيئة . فقيم Gentile وآخرون (١٩٧١) عدداً من أصناف وسلالات الطماطم والأنواع البرية القريبة ، ووجدوا أن النوع <u>L. pimpinellifolium</u> أكثرها حساسية ، والنوع <u>L. esculentum</u> أقلها حساسية للأوزون . وكانت أكثر سلالات وأصناف الطماطم تحملاً لهذا الغاز هى P.I.203229 ، و P.I.247089 ، و P.I. 304234 ، وP.I. 309915 ، و VFN8 .

كذلك اختبر Reinert وآخرون (١٩٧٢) مقاومة ١٢ صنفاً من الطماطم للأوزون بتعريضها لتركيز ٤٠ (pphm) لمدة ساعة ونصف فى الصباح ، ووجدوا أنه حينما تعرضت النباتات للغاز فى المساء كان الضرر أكبر منه فى الصباح ، وكانت أكثر الأصناف حساسية Roma VF ، و Red Cherry ، وأقلها حساسية (أى أقلها تضرراً من الغاز) هى VF 145 - B و Heinz 1439 . كذلك اختبرت ١٢٠٠ سلالة من الطماطم ومجموعة من الأصناف التجارية، وتبين أن أكثرها تحملاً للغاز هى P.I. 109835 ، و P.I.237136 ، و P.I. 285663 ، وP.I. 303792 ، و New Yorker ، و Heniz 1439 .

التربية للتأقلم على وسائل الإنتاج

كثيراً ما يتطلب الجانب الاقتصادى استحداث طرق جديدة فى إنتاج المحصول ، تكون أقل تكلفة من سابقتها . ونظراً لأن هذا الجانب غالباً ما يفرض وجوده .. فإن الأنظار تتجه إلى المربى لإنتاج أصناف جديدة تساير هذه التغيرات الجديدة فى وسائل الإنتاج . وكمثال على ذلك .. نتناول بالدراسة . فى هذا المقام – موضوعين : هما التربية للصلاحية للحصاد

الآلى (واليدوى) ، والتربية للقدرة على تحمل مبيدات الحشائش الهامة .

التربية لصلاحية للحصاد الآلى

كانت بداية الحصاد الآلى للطماطم فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية فى الستينيات ، ومنها انتشرت تلك الطريقة فى الحصاد فى بقية أرجاء العالم . وحالياً .. تحصد جميع حقول طماطم التصنيع فى كاليفورنيا آلياً ، كما أن نسبة حقول طماطم الاستهلاك الطازج التى تحصد آليا آخذة فى الازدياد . ويجرى الحصاد الآلى دفعة واحدة ، باستخدام آلات كبيرة تقوم بتقليع النباتات ، ونقلها على " كاتينة " متحركة إلى داخل الآلة ؛ حيث تتعرض لاهتزازات شديدة تؤدى إلى سقوط الثمار . وتنقل الثمار بعد ذلك بواسطة سيور متحركة أمام عمال يقومون بفرزها ، واستبعاد الثمار غير الناضجة ، والزائدة النضج ، والمصابة بالأمراض ، والعيوب الفسيولوجية . ويستمر تحرك الثمار إلى أن تسقط فى عربة تتحرك فى الحقل إلى جانب آلة الحصاد .

تحصد حقول أصناف الاستهلاك الطازج عندما تصل نسبة الثمار- فى أية درجة من درجات التلوين - إلى ٥ - ١٠ ٪ ، ويفضل أن تكون النسبة ٢٠ ٪، ويتوقف حصادها آلياً عندما تزيد النسبة على ٢٥ ٪ ؛ حتى لا تتعرض الثمار للتلف (Sims & Scheuerman ١٩٧٩) .

وتحصد أصناف التصنيع عندما تبلغ نسبة الثمار فى أية درجة من درجات التلوين ٨٠ ٪ ، ويفضل أن تكون النسبة ٩٠ ٪ ، ويتوقف حصادها آلياً عندما توجد نسبة عالية من الثمار الزائدة النضج ؛ لأنها تكون طرية ، وتتهتك ، وتعيق عملية الفرز ، وتبطىء من عملية الحصاد ، وتزيد من تكاليفها (Sims وآخرون ١٩٧٩) .

وبناءً على ما تقدم .. فإن أصناف الحصاد الآلى يجب أن تتوفر فيها مواصفات معينة ، هى :

١ - أن تنضج معظم الثمار فى وقت متقارب ؛ أى يكون النضج مركزاً ، وأن تكون النباتات محدودة النمو .

٢ - أن تكون الثمار صلبة ؛ لكى تتحمل عمليات الحصاد والتداول دون الحاجة إلى

استعمال عبوات صغيرة .

٣ – تفضل – بالنسبة لأصناف التصنيع – الأشكال المربعة الدائرية ، والبيضاوية ، والكمثرية ، والمستطيلة ؛ لأنها أكثر قدرة على تحمل الضغط الذى يقع عليها تحت ثقل الثمار التى تعلوها فى العبوات الكبيرة ؛ حيث يقع الضغط على مساحة أكبر من الثمرة .

٤ – أن تتحمل الثمار الحمراء البقاء على النباتات دون حصاد – لمدة أسبوعين – حتى تنضج بقية الثمار . ولاينطبق هذا الشرط على أصناف الاستهلاك الطازج التى تحصد آلياً؛ وذلك لأنها تحصد أثناء طور النضج الأخضر ، أو فى بداية التلوين .

٥ – تفضل الأصناف التى تتفصل ثمارها عن العنقود فى الوقت المناسب ؛ فلا تكون سهلة الانفصال بدرجة كبيرة بحيث تقع بمجرد جذب آلة الحصاد للنبات ، ولا تكون صعبة الانفصال بحيث لا تنفصل عن النبات أثناء مروره على ماكينة الحصاد .

٦ – تفضل الأصناف ذات الثمار العديمة المفصل jointless (شكل ٣ –٢) ؛ حتى لايتبقى جزء من العنق بعد الحصاد يمكنه أن يخترق الثمرة المجاورة . ويعد هذا الشرط أكثر ضرورة فى أصناف الاستهلاك الطازج التى تحصد آلياً .



شكل (٣ –٢) : ثمار عديمة المفصل jointless من الصنف Floradade .

يتكون عنق الثمرة فى الثمار العديمة المفصل من جزء واحد لايحتوى على مفصل joint ؛ كالذى يوجد في ثمار الأصناف التى تتكون في عنقها منطقة انفصال abcession zone . وتفيد هذه الصفة فيما يلى :

أ – تمنع انفصال وسقوط الثمار مبكراً قبل التقاط ماكينة الحصاد للثمار .

ب – تجعل انفصال الثمار من العنق تاماً ، وبذا .. لا تحدث الأضرار التى تنشأ عن اختراق عنق الثمرة للثمرة المجاورة لها ، والتى تؤدى إلى تلف الثمار المصابة ، وتغير طعم المنتج النهائى بعد التصنيع . وتفضل مصانع الحفظ ألا تزيد نسبة الثمار التى تظل محتفظة بأعناقها على ٢٠ ٪ كحد أقصى (عن Robinson ١٩٧٤ ، و Stevens ١٩٧٩) .

ويوجد جينان يؤثران على صفة انعدام المفصل ، هما :

(١) الجين J - 2 : ومصدره إحدى سلالات النوع البرى L. cheesmanii . وهذا الجين يلغى المفصل نهائياً .

(٢) الجين $J - 2^{in}$: ومصدره عديد من السلالات الأخرى من نفس النوع البرى السابق . وهذا الجين يجعل المفصل غير فعال . وقد أدخل الجين J - 2 فى عديد من الأصناف . ومن أهم عيوبه أنه يجعل الكأس تلتحم بالثمرة (Rick ١٩٨٢) .

يعتبر صنف الطماطم VF 145 - B - 7879 هو أو ل صنف طماطم أنتج فى العالم لغرض الحصاد الآلى ، وكان ثمرة بحوث وتعاون مشترك بين كل من J . D . Hanna ، و C. Lorenzon دامت من عام ١٩٤٩ إلى عام ١٩٦٢ (عن Wihtaker ١٩٧٩) . وللتفاصيل الخاصة لقصة إنتاج هذا الصنف .. يراجع Stevens & Rick (١٩٨٦) . يتوفر فى هذا الصنف عدد كبير من الصفات التى سبقت الإرشارة إليها ، ولكن تعوزه بعضها . وهو صنف ممتاز بكل المقاييس ؛ مما جعله يحتل مركز الصدارة فى كاليفورنيا لمدة عشر سنوات من منتصف الستينيات إلى منتصف السبعينيات ، حينما بدأت تحل محله أصناف أخرى أكثر صلابة ؛ بسبب الحاجة إلى نقل الثمار من الحقول إلى المصانع فى عربات ضخمة تبلغ حمولتها عشرة أطنان ؛ للتوفير فى نفقات النقل ، بينما لا تتحمل ذلك ثمار الصنف VF 145 - B - 7879 .

وتنتشر الآن – فى جميع أنحاء العالم – أصناف الطماطم التى تصلح للحصاد الآلى ، ويعرف منها فى مصر – بالإضافة إلى الصنف السابق – الأصناف : UC 82 ، و UC 97-3 ، و Peto 86 ، و E 6203 .

التربية للصلاحية للحصاد اليدوى

لا يتضمن الحصاد اليدوى أية تقنيات جديدة ، ولكن مربى الطماطم يحاولون خفض تكاليف تلك العملية بإنتاج أصناف جديدة يسهل حصادها يدوياً . تتوفر تلك الخاصية فى سلالات الطماطم ذات النمو المنبطح prostrate growth ، التى تتميز بزيادة الزاوية التى تصنعها الفروع مع السيقان التى تتفرع منها – مقارنة بالنباتات ذات النمو القائم – كذلك تتميز تلك السلالات بزيادة المحصول ؛ نتيجة لنقص نسبة الثمار المتعفنة ؛ لأنها لا تلامس التربة . وقد وجد Ozminkowski وآخرون (١٩٩٠) أن تلك الصفة كمية ، وذات درجة توريث مرتفعة جداً ؛ حيث كان كل التباين الوراثى فيها إضافياً .

التربية لتحمل مبيدات الحشائش

إن الاتجاه نحو استعمال مبيدات الحشائش ضرورة اقتصادية تتطلبها النفقات المتزايدة لعملية العزيق اليدوى . ولما كانت تكاليف إنتاج أى مبيد ناجح للحشائش تحسب بملايين الدولارات .. فإن الرأى السائد بين الباحثين أن تربية أصناف من المحصول تتحمل هذا المبيد أفضل من محاولة إنتاج مبيد آخر يمكن أن يتحمله المحصول ؛ ذلك لأن تكاليف تربية صنف جديد لا تتجاوز نسبة يسيرة من تكاليف إنتاج المبيد الجديد . وتزداد حدة هذه المشكلة بالنسبة لمحاصيل الخضر التى يستحيل معها تخصيص ميزانيات ضخمة لإنتاج مبيدات حشائش تناسب كلاً منها .

وتمشياً مع هذا الاتجاه .. قيّم Coyne & Burnside (١٩٦٨) ٥٠٨ من أصناف وسلالات الطماطم والأنواع البرية القريبة منها ؛ لمقاومة مبيد الحشائش 2 , 4 - D ، ووجدا ما يلى :

١ – كانت أكثر السلالات قدرة على تحمل المبيد هى :P.I.129131 ، و P.I.190858 ، وP.I. 203229 . استعادت هذه السلالات نموها – بشكل جيد – بعد فترة من تعرضها

للمبيد .

٢ - كان أكثر الأصناف قدرة على تحمل المبيد الصنف Roma ، الذى لم يتأثر محصوله إلا قليلاً نتيجة للمعاملة به . كذلك أجريت دراسات استهدفت التربية لمقاومة مبيد الحشائش متر يبوزين Metribuzin ، الذى يستخدم فى حقول الطماطم ؛ إما قبل الزراعة، وإما بعد الإنبات ، ولكن المعاملة الأخيرة تُحدث - أحيانا أضراراً - كبيرة بالطماطم ، خاصة فى الجو الملبد بالغيوم . وقد قيمّ Phatak & Jaworski (١٩٨٥) ٢٩٣ صنفا من الطماطم ، و ١٩٨٦ سلالة من سبعة أنواع من الجنس <u>Lycopersicon</u> ، ووجدا أن أكثرها قدرة على تحمل المبيد كانت هى سلالتا الطماطم UG 113 MT ، و uGA 1160 MT اللتان تحملتا تركيزات بلغت ١٦ ضعف التريكز الموصى به (وهو ١٢ر١ كجم / هتكار) حتى فى الجو الملبد بالغيوم . وكان Machado وآخرون (١٩٨٢) قد ذكرا أن صنفى الطماطم Vision ، و Fireball يتحملان هذا المبيد ، واستخداماهما فى دراسة وراثية مع الصنف الحساس Heinz 1706 ، استدلا منها على أن القدرة على تحمل المبيد (معبرا عنها بغياب أعراض التسمم ، وطول البادرات ، ووزنها الجاف) صفة بسيطة سائدة ، تتأثر بجينات أخرى محورة ، وذات درجة توريث عالية ، قدرت على النطاق العريض بنحو ٥٨ ٪ إلى ٧٢ ٪ .

الطماطم : التربية لمقاومة الآفات

لم يحظ أى من محاصيل الخضر باهتمام مماثل لما نالته الطماطم بالنسبة للتربية لمقاومة الآفات ؛ ويرجع ذلك إلى سببين رئيسيين ؛ هما : الأهمية الاقتصادية للطماطم ، وتوفر مصادر المقاومة لشتى الآفات التى تصيبها فى النوع المزروع والأنواع الأخرى البرية القريبة منه . ونتناول فيما يلى جهود التربية التى بذلت لمقاومة مختلف الآفات مرتبة كمايلى : الفطريات - البكتيريا - الفيروسات - النيماتودا - النباتات المتطفلة - الحشرات والأكاروس . أما أعراض الإصابة بهذه الآفات ، وطرق حدوثها ، ووسائل مكافحتها .. فيمكن الرجوع إليها فى حسن (١٩٨٨) .

هذا .. وتتوفر المقاومة الوراثية لعدد كبير من المسببات المرضية فى الطماطم . ويبين جدول (٤ -١) بعض حالات المقاومة التى يتحكم - فى كل منها - جين واحد (عن Hille وآخرين ١٩٨٩) .

التربية لمقاومة الأمراض الفطرية

التربية لمقاومة الذبول الفيوزارى

أولا : السلالات الفسيولوجية ، ومصادر ووراثة المقاومة :

يسبب الفطر Fusariun oxysporum f.sp.lycopersici مرض الذبول الفيوزارى Fusarium Wilt فى الطماطم ويتخصص هذا الطراز النوعى للفطر (f.sp lycpoersici)

على الطماطم والأنواع الأخرى البرية التابعة للجنس Lycopersicon ، ولا يصيب غيرها ، كما لا تصاب أى من هذه الأنواع بأى من الطرز النوعية الأخرى للفطر.

جدول (٤-١) : أمراض الطماطم التى يتوفر لها مصادر للمقاومة البسيطة التى يتحكم فيها جين واحد.

المرض		المسبب	جين المقاومة
تسوس الساق الألترنارى	Alternaria stem canker	Alternaria alternata f.sp lycopersici	Asc
الندوة المبكرة	Early blight	Alternaria solani	ad
تلطخ الأوراق	Leaf mold	Cladosporium fulvum	Cf series
الذبول الفيوزارى	Fusarium wilt	Fusarium oxysporum	I, I-2
الندوة المتأخرة	Late blight	Phytophtora infestans	Ph
الجذر الفلينى	Corky root	Pyrenochaeta lycopersici	pyl
ذبول فيرتسيلليم	Verticillium wilt	Verticillium sp.	Ve
تبقع الأوراق الرمادى	Gray leaf spot	Stemphylium sp.	Sm
تبقع الأوراق السبتورى	Septoria leaf spot	Septoria lycopersici	Se
النقط البكتيرية	Bacterial Speck	Pseudomonas syringae	Pto
فيرس تبرقش الدخان	Tobacco mosaic virus	TMV	Tm-1,Tm-2
نيماتودا تعقد الجذور	Root knot nematodes	Meloidogyne spp.	Mi

لم يكن يعرف قبل عام ١٩٣٩ أى مصدر لمقاومة الذبول الفيوزارى فى الطماطم ، لكن كان من المعروف - حينئذ - أن بعض الأصناف أكثرقدرة على تحمل الإصابة من غيرها ؛ مثل الصنفين : رتجرز Rutgers ، ومارجلوب Marglbe . وفى عام ١٩٣٩ .. اكتشف Bohn & Tucker المقاومة للفطر فى السلالة Accession 160 من النوع البرى L. pimpinellifolium ، ووجدا أنها صفة سائدة يتحكم فيها جين واحد يعطى مناعة تامة ضد الإصابة بالفطر . وقد أعطى هذا الجين الرمز I للدلالة على المناعة Immunity . وبالتربية .. نقل هذا الجين إلى الطماطم بإنتاج الصنف بان أميركا Pan America ، الذى كان أول صنف طماطم مقاوم للذبول الفيوزارى (Porte & Walker ١٩٤١) . وأعقب ذلك إنتاج عديد من الأصناف التجارية الأخرى التى تحمل هذا الجين أيضاً . ولكن - فى غضون أربع سنوات من إنتاج الصنف بان أميركا - اكتشفت سلالة جديدة من الفطر كانت قادرة على كسر المقاومة التى يوفرها هذا الجين ، وهى التى عرفت برقم ٢ . وبالرغم من انتشار هذه السلالة حالياً فى معظم أنحاء العالم ، إلا أنه لم يمكن التعرف عليها فى عدد من عزلات الفطر التى اختبرت فى مصر ، والتى وجد أنها كانت جميعها من السلالة الأولى

(Hassan وآخرون ۱۹۸۲) .

ولقد أجريت عديد من الدراسات على وراثة المقاومة للذبول الفيوزارى المتحصل عليها من السلالة 160 للنوع البرى L. pimpinellifolium . واستدل من هذه الدراسات على أن المقاومة سائدة سيادة تامة (Hutton وآخرون ١٩٤٧) ، ويتحكم فيها جين واحد (Dennett ١٩٥٠) ، أو يتحكم فيها أكثر من جين ذى سيادة تامة تقريباً (Gills & Hutton ١٩٥٨) ، أو بسيطة وسائدة مع احتمال وجود جينات محورة (Suzuki وآخرون ١٩٦٢) . وفى مصر .. درست وراثة المقاومة للذبول الفيوزارى فى الصنفين VF 365 ، و VFN 8 ، ووجد أنها بسيطة وسائدة مع وجود جينات محورة تؤثر فى شدة الإصابة فى الأصناف القابلة للإصابة (Ali وآخرون ١٩٧٢) . ومن المعروف جيداً - حاليا - أن المقاومة لفطر الذبول الفيوزارى (السلالة رقم ١) يتحكم فيها جين واحد سائد (الجين I) ، مع وجود جينات محورة تجعل الانعزال الوراثى ينحرف عن النسب المتوقعة (عن Russell ١٩٧٨) . ويرتبط هذا الجين بالجين Sm المسئول عن المقاومة لفطر Stemphylium المسبب لمرض تبقع الأوراق ، وقدرت المسافة بينهما بنحو ٣٦٫٧٧ ±٢٫٤١ وحدة عبور (Dennett ١٩٥٠) .

وقد وجد Alexander (١٩٥٩) المقاومة لسلالتى الفطر ١ ، ٢ فى عدة سلالات برية أخرى ، هى :

١ - المقاومة لسلالة الفطر رقم ١ فى السلالات :

L. peruvianum P.I. 126928 & P.I. 212407

L. pimpinellifolium P.I. 211838 , P.I. 211839 & P.I. 212408.

L. esculentum x L. pimpinellifloium P.I. 205033 .

٢ - المقاومة لسلالة الفطر رقم ٢ فى السلالات :

L. peruvianum P.I. 126928 & P.I. 212407.

L. pimpinellifolium P.I. 211840 , P.I. 212408 & P.I. 212409 .

كذلك اختبر الباحثون عديداً من أصناف الطماطم (Henderson & Winstead ١٩٦١، و Winstead & Henderson ١٩٦٤) ، وأعطوا قوائم بأسماء الأصناف المقاومة . ويستدل من الدراسات التى أجريت فى مصر على أن أصناف الطماطم التى تحمل الجين I

(المسئول عن المقاومة للسلالة رقم ١ من الفطر) على درجة عالية من المقاومة تحت الظروف المحلية (Ali وآخرون ١٩٧٢ ، و Hassan وآخرون ١٩٨٢) .

وفى عام ١٩٦٥ تمكن Stall & Walter من اكتشاف المقاومة للسلالة ٢ من الفطر فى نسل التلقيح الناتج بين أحد أصناف الطماطم التجارية والسلالة P.I. 126915 من النوع البرى L. pimpinellifolium ، وكانت هذه المقاومة - أيضاً - بسيطة وسائدة ، وأعطى الجين المسئول عنها الرمز I_2 . وقد نقل هذا الجين - كذلك - إلى الطماطم بإنتاج الصنف والتر Walter ، وهو أول صنف طماطم يحمل المقاومة لكل من سلالتى الفطر ١ ، و ٢ (Strobel وآخرون ١٩٦٩) . وأعقب ذلك إنتاج عديد من الأصناف التجارية التى تحمل جينى المقاومة ، ومن أمثلتها : Petopride No.2 ، و Peto 95 ، و Peto 98 ، والهجن Duke ، و President ، و Bonanza وغيرها . وعلى خلاف الاعتقاد الذى كان شائعاً بأن الجين I_2 يتحكم فى المقاومة لسلالتى الفطر ١ ، و ٢ .. وجد Laterrot & Philouze (١٩٨٤) أن هذا الجين يتحكم فى المقاومة للسلالة رقم ٢ فقط .

هذا .. وكان Alexander & Hoover قد اكتشفا عام ١٩٥٥ سلالة جديدة من الفطر كانت قادرة على كسر المقاومة التى يوفرها الجينان I ، و I_2 ، وهى التى عرفت بالسلالة رقم ٣ (عنAlexander ١٩٧٨) .

كذلك عثر Grattidge & O'brien (١٩٨٢) فى كوينزلاند بأستراليا على سلالة مشابهة كانت قادرة على كسر مقاومة الجينات I ، و I_2 . وقد تكرر ذلك فى أماكن أخرى من العالم ، إلا أن تحديد العلاقة بين سلالة الفطر الجديدة فى هذه الأماكن لم يكن ممكناً - حينئذ - لأنه يتطلب وجود عوائل مفرقة differential hosts ، وهو الأمر الذى لم يكن - حينئذ - متوفراً ؛ لعدم وجود أى مصدر للمقاومة لغير السلالتين ١ ، و ٢ وإثر اكتشاف سلالة جديدة من الفطر (السلالة رقم ٣) فى فلوريدا عام ١٩٨٢ .. قام Scott & Jones (١٩٨٦) بتقييم نحو ٩٠٠ صنف وسلالة من الطماطم والأنواع البرية القريبة منها لمقاومة هذه السلالة، وتوصلا إلى مصادر للمقاومة فى عدد من سلالات النوع البرى L. peruvianum ، بينما كانت أعلى درجة للمقاومة فى السلالة LA716 من النوع L.pennellii وقد تبين من

الدراسات الوراثية الأولية التى أجرياها على هذه السلالة أن صفة المقاومة فيها بسيطة وسائدة . وقد تبين - بعد ذلك - أن هذه السلالة (LA716) مقاومة كذلك للسلالتين الأخريين المعروفتين من الفطر (السلالتان ١ ، و٢) ، بالإضافة إلى مقاومتها للسلالة الجديدة (رقم ٣) ، كما تأكد أن صفة مقاومتها للسلالة رقم ٣ يتحكم فيها جين واحد سائد (Bournival وآخرون ١٩٨٨) . أعطى هذا الجين الرمز I_3 . وبرغم ظهور بعض الانحرافات عن النسب المتوقعة .. إلا أنها أرجعت إما إلى وجود جينات محورة ، وإما إلى عدم نفاذية تأثير هذا الجين بشكل كامل (Scott & Jones ١٩٨٩) . كذلك اكتشفت المقاومة لهذه السلالة (رقم ٣) فى سلالة أخرى من نفس النوع (L. pennellii) هى P.I. 414773 ، كما وجد أن مقاومتها صفة بسيطة سائدة كما هى الحال فى السلالة LA716 (عن McGrath ١٩٨٨) .

وفيما يتعلق بالأصناف التى تتحمل الإصابة بالمرض - والتى من أمثلتها رتجرز ، ومارجلوب - فهى قابلة للإصابة ، إلا أن أعراض المرض لا تظهر عليها إلا متأخرة لقدرتها على تحمل الإصابة . وينصح Crill & Jones (١٩٧٢) بعدم إضاعة الوقت مع التربية لإدخال صفة القدرة على تحمل الإصابة tolerance ، مع وجود مصادر جيدة للمقاومة resistance . ويؤيد هذا الرأى دراسة أجراها Crill وآخرون (١٩٧٣) زرعوا فيها الصنفين: والتر المقاوم للسلالة رقم ٢ ، وهومستد ٢٤ Homestead 24 القادر على تحمل الإصابة بنفس السلالة - كل على انفراد - لمدة سنتين متتاليتين فى نفس الموقع ؛ فكان من نتيجة ذلك أن ظهرت أعراض الإصابة بالفطر على صورة تقزم شديد فى ٧٤ ٪ من نباتات الصنف هومستد ٢٤ ، بينما ظل الصنف والتر مقاوماً . هذا .. بينما لم تظهر أعراض شديدة للإصابة على نباتات الصنف هومستد ٢٤ حينما زرعت فى السنة الثانية فى الموقع الذى كان مزروعاً فى السنة الأولى بالصنف والتر .

طرق تقييم مقاومة المرض

يمكن باختبارات التقييم التمييز بين المقاومة لأى من سلالات الفطر(التى يتحكم فيها الجين I ، أو I_2 ، أو I_3) ، والقدرة على تحمل الإصابة التى تتوفر فى بعض الأصناف مثل مارجلوب . ويتحقق ذلك عندما لا يكون الاختبار قاسياً . أما عندما تكون العدوى (تركيز معلق جراثيم الفطر فى هذه الحالة) شديدة ، والظروف البيئية مناسبة للإصابة (٢٤°م

ليلاً ، و٣٠°م نهاراً) .. فإنه لاتنجو من الإصابة سوى الأصناف والسلالات الحاملة لجينات المقاومة ، أما تلك التى توصف بالقدرة على تحمل الإصابة .. فإنها تصاب بشدة (عن Walker ١٩٦٥) .

وقد اتبع Crill وآخرون (١٩٧٢) فى تقييم مقاومة المرض - عند إجراء عملية الانتخاب فى برنامج التربية - الطريقة التالية :

١ - تعزل مزارع للفطر من جراثيم مفردة monospore cultures يُحصل عليها من نباتات مصابة . تختبر هذه المزارع ؛ للتعرف على درجة ضراوتها Virulence (كفاءتها أو قدرتها على الإصابة ، وشدة الأعراض التى تحدثها) ، وتختار أكثرها ضراوة . تكثر العزلات المنتخبة فى أنابيب اختبار تحتوى على بيئة متصلبة مائلة (slants) ، وتخزن على درجة ١٣°م لحين الحاجة إليها .

٢ - تستخدم المزارع المحفوظة فى أنابيب الاختبار فى عدوى (تلقيح) أطباق بترى تحتوى على بيئة البطاطس والدكستروز والآجار (PDA Medium) ، وتحضن على درجة ٢٨°م لمدة ٥ - ٧ أيام . تستخدم هذه المزارع فى إكثار الفطر بكميات كبيرة فى أطباق أخرى بها طبقة رقيقة جدا من نفس البيئة ، وتحضن كذلك على درجة ٢٨°م لمدة ٥ - ٧ أيام قبل استعمالها فى عدوى النباتات التى يراد تقييمها .

٣ - عند إجراء العدوى inoculation (أو ما يعرف - أيضاً - بعملية الحقن .. وهى ليست حقنا بالمعنى المفهوم للكلمة) .. تُضرب مزارع الفطر النامية فى أطباق بترى جيداً فى الخلاط ، ويحضر منها ثلاثة تركيزات من معلق الفطر ؛ هى :

أ - تركيز منخفض : يحتوى على ٢٥ر٠ × ١٠^{٦} جرثومة بكل ملليلتر من المعلق .

ب - تركيز متوسط : يحتوى على ٢٥ر٤ × ١٠^{٦} جرثومة بكل ملليلترمن المعلق ، وهو الذى يفضل استعمالة .

جـ - تركيز مرتفع : يحتوى على ٥٠ر١٠ × ١٠^{٦} جرثومة بكل ملليلتر من المعلق .

تجرى العدوى على بادرات طماطم عمرها أسبوعان ، تكون قد سبقت زراعتها فى تربة معقمة بالبخار ، ونُميت على درجة حرارة ٢٧°م . تقلع البادرات وتغسل جذورها جيداً بالماء

لإزالة معظم التربة العالقة بها ، ثم تغمس الجذور فى معلق جراثيم الفطر ؛ حيث يلتصق بها جيداً لاحتوائه على البيئة . وقد تبين بالخبرة أن الآجارليس له أى تأثير فى الإصابة بالفطر ، أو فى قدرة الفطر على التطفل . تشتل البادرات - بعد ذلك - مباشرة فى تربة معقمة بالبخار ، وتترك على درجة ٢٨°م .

٥ - يحسن دائماً أن تتضمن كل مكررة صنفاً يتحمل الإصابة مثل رتجرز أو مارجلوب ، وصنفا شديد القابلية للإصابة مثل بونى بست Bonny Best ؛ للمساعدة على تفسير النتائج . كما يرجع إلى الأصناف المبينة فى جدول (٤ - ٢) ؛ كشاهد للمقارنة فى اختبارات التقييم للاستدلال على سلالة الفطر ، وحالات القدرة على تحمل الإصابة .

جدول (٤-٢) : عوائل الطماطم (الأصناف المفرقة Differential Varieties) فى اختبارات السلالات، وتقييم المقاومة والقدرة على تحمل الإصابة بفطر Fusarium oxysporum f. lycopersici .

الصنف	الاستجابة للسلالة ١	الاستجابة للسلالة ٢
والتر Walter	مقاوم	مقاوم
بونى بست Bonny Best	يصاب	يصاب
إنديان رفر Indian River	مقاوم	يتحمل الإصابة
فلورادل Floradel	مقاوم	يتحمل الإصابة
مانابال Manapal	مقاوم	يتحمل الإصابة
هومستد ٢٤ Homestead 24	مقاوم	يتحمل الإصابة
ترويك Tropic	مقاوم	يتحمل الإصابة
مارجلوب Marglobe	يتحمل الإصابة	يتحمل الإصابة
رتجرز Rutgers	يتحمل الإصابة	يتحمل الإصابة

٦ - يجب التحكم فى كل العوامل البيئية التى يمكن أن تؤثر فى نتائج الاختبار ؛ مثل الفترة الضوئية ، وشدة الإضاءة ، ودرجة الحرارة ، والتغذية ، و pH التربة ، والرطوبة الأرضية . وبالنسبة للتغذية .. يراعى توفير العناصر الدقيقة فى التربة ؛ لأنها ضرورية لنمو وتجرثم الفطر ؛ حيث يؤدى نقصها إلى جعل الإصابة ضعيفة وغير متجانسة . وعلى العكس من ذلك .. يجب خفض مستوى النيتروجين فى التربة ؛ لأن النباتات التى تعانى نقص هذا

العنصر تكون أكثر عرضة للإصابة بالمرض .

٧ - يستدل على شدة الإصابة بتسجيل بيانات عما يلى :

أ - عدد النباتات المصابة .

ب - عدد النباتات الميتة .

جـ - درجة الإصابة : تقدر على مقياس وصفى من صفر إلى ٥ ، يعنى فيه الصفر : عدم ظهور أية أعراض للمرض ، و ٥ : موت النباتات .

طبيعة المقاومة للمرض

أوضح Brock (١٩٤٨) أن ظهور بعض التلون فى الحزم الوعائية لجذور النباتات المقاومة أمر ممكن ، كما يمكن عزل الفطر من هذه المناطق المتلونة ؛ إلا أن سيقان هذه النباتات تكون خالية تماماً من أى تلون فى الحزم الوعائية ، ولا يمكن عزل الفطر منها .

وقد تمكن Scheffer & Walker (١٩٥٤) من إثبات أن مقاومة الطماطم للذبول الفيوزارى ليست مقصورة على الجذور ، وإنما توجد كذلك فى السيقان . وتحقق ذلك بإدخال جراثيم الفطر فى الحزم الوعائية للسيقان ، ثم دفعها إلى التحرك لأعلى مع تيار ماء النتح ؛ فلم تظهر أعراض المرض إلا على الأصناف القابلة للإصابة فقط . كذلك طعمت سيقان أصناف قابلة للإصابة على جذور نباتات مقاومة ، وسيقان نباتات مقاومة على جذور نباتات قابلة للإصابة ، ثم حقنت الطعوم بالفطر ، فلم تصب - منها - إلا القابلة للإصابة فقط ؛ مما يدل على أن المقاومة لا تعتمد على عوامل أو مواد تنتج فى الجذور (Scheffer ١٩٥٧ ، و Keyworth ١٩٦٣) .

وقد بذلت محاولات لاستخلاص مواد مثبطة لنمو الفطر من نباتات الطماطم المقاومة للمرض ؛ فوجد Gothoskar وآخرون (١٩٥٥) أن مستخلصات نباتات الطماطم من الصنف جفرسون Jefferson المقاوم لم يكن لها أى تأثير فى نمو الفطر فى بيئة صناعية ، إلا أن Baumgardt (١٩٥٣) أوضح احتمال وجود بعض البولى فينولات التى تثبط نمو الفطر فى البناتات المقاومة . كما وجد Hemmersch lag & Mace (١٩٧٥) أن مستخلصات جذور أصناف الطماطم المقاومة للذبول تحتوى على نشاط مثبط للنمو الفطرى ، يبلغ تأثيره ضعف ما يوجد في مستخلصات جذور الأصناف غير القابلة للإصابة ، سواء أكانت

تلك المستخلصات من نباتات سبقت عدواها ، أم لم تسبق عدواها بالفطر المسبب للمرض :

وأوضحت الاختبارات الحيوية واختبار الفصل الكروماتوجرافى لمثبطات النمو الفطرى أن هذا النشاط يرجع إلى مركب ألفا توماتين alpha - tamatine الذى قدر تركيزه بنحو ١٨٠ × ١٠-٩ جرامات بكل جرام من الأنسجة الطازجة لجنور النباتات المقاومة التى سبقت عدواها بالفطر . هذا .. إلا أن Kern (١٩٥٢) كان قد أوضح أن مركب الألفاتوماتين ليس له سوى تأثير طفيف مثبط للنمو الفطرى ، وأنه لا يوجد أى مبرر للاعتقاد بوجود أية علاقة بينه وبين المقاومة . كذلك بيَّن Smith & McHardy (١٩٨٢) أن هذا المركب لا يمكن أن يكون عاملاً أساسياً فى المقاومة للمرض ؛ نظراً لأنه شجع الفطر (السلالتين ١ ، و ٢) على إنتاج الجراثيم بوفرة .

وتؤثر عديد من المعاملات السابقة للعدوى فى شدة الإصابة بالمرض ، وتفيد تلك المعاملات فى تفهم بعض جوانب طبيعة المقاومة . فقد وجد Scheffer & Walker (١٩٥٤) أن أعراض الإصابة تظهر على العقل الورقية للنباتات المقاومة إذا سمح لها أولا بامتصاص بعض المحاليل الكحولية مع تيار ماء النتح قبل عدواها بالفطر ؛ مما يدل على اعتماد المقاومة على النشاط الدائم فى ميتابوليزم النبات . كذلك وجد Gothoskar وآخرون (١٩٥٥) أن المقاومة تكسر فى العقل الساقية للنباتات المقاومة ، إذا عوملت بأى من مثبطات التنفس التالية :

٢ ، ٤ – داى نيتروفينول 2 , 4 -dinitrophenol .

الثيوريا thiourea .

فلوريد الصوديوم sodium fluoride .

صوديوم داى ميثيل داى ثيوكارباميت sodium dimethyl dithiocarbamate .

هذا .. بينما لم تشجع أى من هذه المركبات على نمو الفطر فى البيئة الصناعية . واستدل الباحثون من ذلك على أن المقاومة تعتمد على إنتاج النبات المستمر لمواد معينة ، وأن إنتاج هذه المواد يعتمد على الطاقة المستمدة من التنفس . كذلك وجد Danko & Gorden (١٩٨٤) أن معاملة جنور نباتات الطماطم من الصنف جفرسون Jefferson المقاوم للسلالة رقم ١ من الفطر بالإيثانول بتركيز ١ ٪ أدت إلى كسر المقاومة للفطر تماماً ،

وظهور التلون بالحزم الوعائية ، وأعراض المرض على النموات الخضرية كما فى الصنف بونى بست Bonny Best القابل للإصابة . وقد كان ذلك مصاحباً بنقص فى النشاط المضاد للفطريات فى مستخلص الأوعية الخشبية (مستخلص بالأسيتون) ، بينما كان النشاط عالياً في مستخلص جذور النباتات غير المعاملة بالإيثانول .

وتبين من دراسات Chet وآخرين (١٩٧٨) أن معاملة نباتات الطماطم بالكايتكول Catechol بتركيز ٥٠ ، أو ١٠٠ جزء فى المليون يؤدى إلى خفض الإصابة بالذبول الفيوزارى . وقد أمكن المحافظة على النباتات المحقونة (المعدية) بالفطر بحالة جيدة لمدة أربعة شهور بتكرار معاملتها بالكايتكول مع ماء الرى . وفى المقابل .. لم يكن لهذا المركب أى تأثير على إنبات جراثيم الفطر ونموه فى البيئات الصناعية . وقد أحدثت المعاملة بالكايتكول تأثيرات مشابهة فى حالات مرضية أخرى هى ذبول فيرتسيلم فى الطماطم (المسبب : Verticillium dalhiae) ، والذبول الفيوزارى فى الباذنجان (المسبب F. oxysporum f. melongenae) .

كذلك وجد Carrasco وآخرون (١٩٧٨) أن معاملة نباتات الطماطم القابلة للإصابة بحامض الكونيك quinic acid أحدثت زيادة فى محتواها من الفينولات الذائبة واللجنين ، وفى مقاومتها للفطر ؛ حيث كان النمو الفطرى فيها أقل مما فى النباتات غير المعاملة ، وارتبطت درجة مقاومتها المستحدثة – طردياً – بمستوى الفنيول المنتج فيها . هذا .. بينما لم يكن لحامض الكونيك أية تأثيرات سامة فى الفطر .

وأوضحت دراسات Jones & Woltz (١٩٧٣) أن معاملة نباتات الطماطم من صنف مانابال Manapal المقاوم للسلالة رقم ١ من الفطر – يومياً لمدة ١٤ يوماً – بأى من عدة أحماض أمينية قبل حقنها بسلالة الفطر تؤدى إلى إصابتها بشدة بالمرض . إلا أن معاملة نباتات نفس الصنف بالحامض الأمينى مثيونين methioine قبل حقنها بالسلالة رقم ٢ من الفطر أدت اختفاء أعراض الذبول كلية ، برغم وجود الفطر فى سيقان النباتات وعزله منها . أما الصنف والتر Walter المقاوم لسلالتى الفطر ١ ، و ٢ .. فلم يتأثر إلا قليلاً بمعاملات الأحماض الأمينية قبل الحقن بأى من سلالتى الفطر ، إلا أن عدداً قليلاً من النباتات ظهرت عليها أعراض الذبول حينما عوملت بأى من الأحماض الأمينية : الهستدين histidine ، أو

الأسبارجين aspargine ، أو الثريونين thereonine قبل حقنها بأى من سلالتى الفطر .

وقد بين Retig (١٩٧٤) أن معاملة نباتات الصنف سوبر مارمند فى آر -Supermar mande VR القابل للإصابة بالذبول الفيوزارى بمركب الإثيفون ethephon جعلته أكثر مقاومة للفطر ، وأحدثت به زيادة فى نشاط إنزيمى البيروكسيديز ، والبولى فينول أوكسيديز بصورة مشابهة لما يحدث طبيعياً فى جذور النباتات المقاومة بعد العدوى بالفطر . وكان Menon &Schachinger (١٩٥٧) قد لاحظا زيادة فى تركيز الفينولات الكلية ، وفى نشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز فى ثلاثة أصناف مقاومة للذبول الفيوزارى ، مقارنة بأحد الأصناف القابلة للإصابة ، وكان نشاط الإنزيم وتركيز الفنيولات – فى الأصناف المقاومة – أكثر فى الأنسجة المحقونة بالفطر مما فى الأنسجة التى لم تتعرض للإصابة ، بينما لم تشاهد تلك الاختلافات بين الأنسجة فى الصنف القابل للإصابة .

وتأكيداً لذلك .. وجد Retig (١٩٧٤) زيادة فى نشاط إنزيمى البيروكسيديز ، والبولى فينول أوكسيديز فى جذور الصنف المقاوم هوسن إيلون Hosen Eilon بعد فترة قصيرة من حقنها بالفطر ، بينما لم تحدث فى جذور الصنف القابل للإصابة سوبر مارمند فى آر زيادة مماثلة فى إنزيم البيروكسيديز إلا بعد ٢٤ ساعة من الحقن بالفطر ، ولم تحدث به أية زيادة جوهرية فى نشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز . ولا تدع هذه النتائج مجالاً للشك فى أن المقاومة لفطر الفيوزاريم فى الطماطم مردها إلى إنتاج النباتات لفيتو ألاكسينات Phytoalexins معينة ذات طبيعية فينولية . وكان Matta وآخرون (١٩٦٨) قد أوضحوا أن العدوى بالفطر تدفع النباتات إلى تكوين مركبات فينولية فى كل من الأصناف المقاومة والأصناف القابلة للإصابة ، إلا أنها تكونت بسرعة أكبر فى الأصناف المقاومة . كما ذكر El-Sayed (١٩٧٨) أن مقاومة ١٢ سلالة من الطماطم للفطر كان مردها إلى قدرتها على إنتاج الفيتو ألاكسين ريشيتين Rishitin ، وكانت المقاومة مرتبطة جوهرياً بمحتوى جذور النباتات منه .

العلاقة بين المقاومة للذبول الفيوزارى والإصابة بنيماتودا تعقد الجذور :

تتضارب نتائج الدراسات التى تتعلق بالعلاقة بين المقاومة للذبول الفيوزارى فى الطماطم، وإصابة النباتات بنيماتودا تعقد الجذور ؛ فيقرر Binder & Hutchinson

(١٩٥٩) أن الإصابة بنيماتودا تعقد الجنور لم تؤد إلى زيادة الإصابة بالذبول الفيوزارى . ويؤكد Jones وآخرون (١٩٧٦) أن العدوى بنيماتودا تعقد الجنور لم تؤثر فى مقاومة نباتات الصنف Manapal للسلالة رقم ١ من الفطر ، أو مقاومة الصنف Florida MH-1 لسلالتى الفطر ١ ، و ٢ ، سواء أحدثت العدوى بالنيماتودا مع العدوى بالفيوزاريم ، أم قبلها بأسبوعين .

كذلك أوضحت دراسات Abawi & Barker (١٩٨٤) عدم وجود أى تفاعل بين النيماتودا والذبول الفيوزارى فى أى من الأصناف التى استخدماها فى دراستهما ، وهى : صنف مقاوم لكل من النيماتودا والفطر ، وأربعة أصناف مقاومة للفطر فقط ، وصنفان قابلان للإصابة بكل من النيماتودا والفطر ؛ فلم تتأثر مقاومة الأصناف الحاملة لأى من الجينين I ، أو I_2 للسلالة رقم ١ من فطر الفيوزاريم إذا ما حقنت بالنيماتودا قبل حقنها بالفطر . كما أصبح الصنف نيماتكس Nematex - المقاوم لكل من النيماتودا والفطر - قابلاً للإصابة بالنيماتودا فى درجة حرارة ٣٥°م ، بينما ظل مقاوماً للفيوزاريم فى وجود الطفيلين .

هذا .. إلا أن دراسات أخرى عديدة تؤكد على كسر (فقد) المقاومة للفيوزاريم عند تعرض النباتات للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور ، ونذكر على سبيل المثال دراسات Moura (١٩٧٥) ، و Sidhu & Webster (١٩٧٧) .

درس Sidhu & Webster (١٩٧٤) وراثة التفاعل بين الفطر المسبب للذبول الفيوزارى ونيماتودا تعقد الجذور فى التأثير على الإصابة بالفطر . وقد استخدم الباحثان - فى هذه الدراسة صنف الطماطم وندر بوى Wonder Boy القابل للإصابة بكل من الفطر والنيماتودا ، والصنف صمول فراى Small Fry المقاوم لكليهما ، وكان نوع النيماتودا المستخدم هو Meloidgyne incognita . أكثرت نباتات الجيل الثانى خضرياً ، ليمكن اختبارها لمقاومة الفطر والنيماتودا فى اختبارات مستقلة ، فضلاً على اختبار مشترك بالحقن لكليهما (النيماتودا والفطر) فى آن واحد . وقد أوضحت نتائج الجيل الثانى - عندما كان الحقن بالنيماتودا والفطر فى اختبارات منفصلة - أن الانعزال كان بنسبة : ٩ مقاوم لكليهما : ٣ مقاوم للفطر فقط : ٣ مقاوم للنيماتودا فقط : ١ قابل للإصابة بكليهما ؛

مما يدل على أن المقاومة لأى من الطفيليين يتحكم فيها جين واحد سائد . أما عندما حقن كل نبات من الجيل الثانى بالطفيلين معاً .. فإن الانعزال - سواء أكان الحقن بالنيماتودا ثم الفطر ، أم بالفطر ثم النيماتودا - كان كما يلى : ٩ مقاوم لكليهما : ٣ مقاوم للنيماتودا وقابل للإصابة بالفيوزاريم : ٤ قابل للإصابة بكليهما ؛ ويعنى ذلك أنه - بغض النظر عن مقاومة النبات للفطر أو عدم مقاومته - فإن قابلتيه للإصابة بالنيماتودا تجعله - فى وجود النيماتودا - قابلاً للإصابة بالفطر . كما تعنى هذه النتائج - أيضاً - أن الانعزال بالنسبة لمقاومة الفطر يمكن أن يكون بنسبة ٩ مقاوم : ٧ قابل للإصابة إذا أجرى التقييم فى الحقل مع وجود النيماتودا بالتربة .

وقد أوضحت دراسة أخرى لنفس الباحثين (Sidhu & Webster ١٩٧٧) أن التفاعل بين النيماتودا والفطر ينتج منه مادة ما ، مسئولة عن فقد المقاومة للفطر ، وأن هذه المادة تنتقل فى النموات الخضرية للنبات لمسافات بعيدة عن موضع التفاعل . كما اقترحا كذلك (Sidhu & Webster ١٩٧٥) أن بعض سلالات الفطر تحتاج إلى توفر بعض الأحماض الأمينية فى العائل لكى يمكنها التطفل ، وأن الإصابة بالنيماتودا M. incognita تحدث زيادة كبيرة فى تركيز بعض هذه الأحماض فى النبات ، الأمر الذى يزيد من قدرة هذه السلالات على التطفل .

وتبين من دراسات Orion & Hoestra (١٩٧٤) أن معاملة نباتات الطماطم من صنف منى ميكر - القابل للإصابة بالذبول الفيوزارى بالإثيفون - أحدثت نقصاً كبيراً فى أعراض الذبول التى تظهر عليها عند حقنها بالفطر ، وكان ذلك مصاحباً بنقص فى عدد الحزم الوعائية المصابة فى الساق ، وزيادة فى طول الساق . إلا أن حقن هذه النباتات بأى من نوعى نيماتودا تعقد الجذور M. incognita أو M. javanica أضعف تأثير المعاملة بالإثيفون ، وأحدث زيادة فى عدد الحزم الوعائية التى تصاب بالفطر . أما الصنف فورتاس Fortas المقاوم للذبول الفيوزارى .. فقد احتفظ - عند معاملته بالإثيفون - بمقاومته للفطر فى وجود النيماتودا ، غير أن النيماتودا أضعفت قليلاً من مقاومته للفطر ؛ هذا .. بينما ازدادت إصابة نباتاته - بالنيماتودا - عند معاملتها بالإثيفون . وأوضحت الدراسات الهستولوجية عدم وجود اختلافات بين الصنفين فى التركيب التشريحى لأوعيتها الخشبية بعد مختلف المعاملات ؛ ويستدل من ذلك على أن منظمات النمو تلعب دوراً فى

تطفل كل من الفطر والنيماتودا ، وفى التفاعل الذى يحدث بينهما .

التربية لمقاومة ذبول فيرتسيلليم

يسبب الفطران Verticillium dahliae ، و V. albo-atrum مرض ذبول فيرتسيليم Verticillium Wilt فى الطماطم ، وبعض النباتات الأخرى ؛ مثل : البطاطس ، والباذنجان ، والبامية .

يتحكم الجين السائد Ve فى المقاومة للسلالة رقم ١ من الفطر . يوجد هذا الجين فى جميع الأصناف المقاومة للمرض ؛ مثل : يوسى ٨٢ ، و يوسى ٨٦ ، و فى إف ١٤٥ وغيرها . وبرغم مسئولية هذا الجين عن المقاومة فى جميع الهجن المقاومة للمرض .. إلا أن Okie & Gardner (١٩٨٢) وجدا أن سيادته ليست كاملة . ومع اكتشاف وانتشار السلالة رقم ٢ من الفطر – خاصة فى ولايتى كاليفورنيا ونورث كارولينا الأمريكيتين – أصبح هذا الجين أقل فاعلية فى مقاومة المرض . وقد اكتشف الباحثان المقاومة للسلالة رقم ٢ فى أربعة من أصناف وسلالات الطماطم ؛ هى : Heinz 1350 ، و C28 ، و Morden MEL 2668170 ، و Morden LAC 3684 ، إلا أن مقاومتها لم تكن بنفس قوة المقاومة للسلالة رقم ١ فى الأصناف التى تحمل الجين Ve . وقد توصل الباحثان (Okie & Gardner ١٩٨٢ أ) إلى أن مقاومة السلالة Morden MEL 2668170 لسلالة الفطر رقم ٢ متنحية ، ويتحكم فيها ثلاثة جينات على الأكثر ، وذات درجة توريث منخفضة قدرت – على النطاق الضيق – بنحو ٢٥ ٪ أو أقل . وبالرغم من ذلك .. فقد تمكنا من المحافظة على المقاومة فى برنامج التربية بالانتخاب الشديد مع اختبار النسل .

التربية لمقاومة الندوة المبكرة

يسبب الفطر Alternaria solani أمراض الندرة المبكرة Early Blight ، وعفن الرقبة Collar Rot ، وتساقط البادرات Damping Off فى الطماطم . وتتوفر المقاومة resistance والقدرة على تحمل الإصابة tolerance لكل من الندوة المبكرة وعفن الرقبة فى عدد من الأصناف والسلالات ، وتورث مستقلة . فتوجد القدرة على تحمل الإصابة بالندوة المبكرة فى سلالة الطماطم C1943 ؛ وأوضحت الدراسات الوراثية أن تلك الصفة كمية ، ويتحكم

فيها عديد من الجينات (Barksdale & Stoner ١٩٧٣) . أما المقاومة .. فتوجد فى السلالة 71B2 ، ويتحكم فيها زوجان أو أكثر من العوامل الوراثية المتنحية (Barksdale & Stoner ١٩٧٧) ، بينما تكون المقاومة لعفن الرقبة بسيطة ومتنحية جزئياً (Reynard & Andrus ١٩٤٥) .

هذا .. وقد أوضحت دراسات Nash وآخرين (١٩٨٨)على سلالة الطماطم NC EBR-1- التى حصلت على مقاومتها من السلالة P.I. 126445 من L. hirsutum - أن المقاومة كمية ، تراوحت درجة توريثها على النطاق الضيق - عندما قدرت بطرق مختلفة - من ١٧ ر. وإلى ٤٩ ر. وقد تأكد ذلك من دراسات Maiero وآخرين (١٩٨٩) الذين وجدوا أن المقاومة العالية - التى توجد فى السلالة السابقة (NC EBR - 1) وسلالتين أخريين هما : 71B2 ، و C1943 - صفة كمية ؛ كما كانت القدرتان العامة والخاصة على التآلف لصفة المقاومة جوهريتين جداً . وفى دراسة لاحقة (Maiero وآخرون ١٩٩٠) على خمس سلالات مقاومة (منها السلالات الثلاث السابقة) .. تبين أن المقاومة كمية ، ويتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى .

ويذكر أن أصناف الطماطم المقاومة للندوة المبكرة تحتوى على تركيزات أعلى من التانينات والفينولات الكلية - مقارنة بالأصناف القابلة للإصابة - وأن المقاومة ترتبط بإنتاج الفيتوألاكسين ريشيتين rishitin (عن Dixon ١٩٨١) .

التربية لمقاومة الندوة المتأخرة

يسبب الفطر <u>Phytophthora</u> <u>infestans</u> مرض الندوة المتأخرة Late Blight فى الطماطم والبطاطس . ويتوفر نوعان من المقاومة للمرض : مقاومة بسيطة (نوعية) simple أو رأسية vertical ، ومقاومة كمية quantitative أو أفقية horizontal. يتحكم فى المقاومة البسيطة جينات سائدة ، يختص كل واحد منها بمقاومة سلالة معينة من الفطر . اكتشف أول هذه الجينات فى عام ١٩٥٢ فى إحدى السلالات البرية ، وأعطى الرمز TR_1 . يقاوم هذا الجين الإصابة بسلالة الفطر التى تعرف بالرقم صفر . وتلا ذلك اكتشاف جينات أخرى أخذت الرموز TR_2 ، و TR_3 ... وهكذا ، وتقاوم - على التوالى - الفطريات أرقام (صفر ، و ١) ، و (صفر ، و ١ ، و ٢) ... وهكذا . وقد اتبع - فى رموز الجينات المقاومة للندوة

المتأخرة فى الطماطم - نفس الطريقة التى اتبعت مع البطاطس ، مع إضافة الحرف T ؛ لتمييز جينات الطماطم عن جينات البطاطس التي تأخذ الرموز R_1 ، و R_2 ، و R_3 ... وهكذا . ولكن أعيد النظر - بعد ذلك - فى نظام إعطاء الرموز لجينات المقاومة ؛ حيث استبدل الرمز TR بالرمز Ph لتصبح الجينات Ph_1 ، Ph_2 ... وهكذا .

اكتشف أول جينات المقاومة (TR_1) فى السلالة رقم P.I. 204996 من L. pimpinellifolium ، وهى التى كانت تعرف باسم West Virginia Accesion 700 ، وقد حصل عليها من المكسيك ، وتعد من أكثر السلالات مقاومة ؛ لأنها تقاوم سلالات الفطر أرقام صفر ، و ١ ، و ٢ ، بالإضافة إلى كونها على درجة عالية من المقاومة الكمية (أو الأفقية) ، التى يتحكم فيها عدد كبير من الجينات (عن Gallegly ١٩٦٠) . وتتوفر المقاومة لسلالة الفطر رقم صفر فى معظم سلالات النوع L. pimpinellifolium ، بينما تتوفر المقاومة للسلالة رقم ١ من الفطر فى السلالتين P.I. 205016 ، و 205017 من نفس النوع (Alexander ١٩٥٩) .

تعد السلالة P.I.204996 من L. pimpinellifolium من أفضل مصادر المقاومة الكمية كما أسلفنا ، وهى تستخدم فى برامج التربية كمصدر للمقاومة . كذلك تستخدم السلالة L 1197 كأفضل مصدر للمقاومة فى المركز الآسيوى لبحوث وتطوير الخضر (Yang ١٩٧٩) . تكون هذه المقاومة فى أفضل صورها فى الظروف البيئية التى لا تسمح بتراكم الأحماض الأمينية الحرة فى الأنسجة النباتية . وهى لا تظهر فى طور البادرة فى كل الظروف ، كما لا تظهر فى النباتات الأكبر سناً التي تكون نامية فى ظروف خصوبة عالية ، وإضاءة ضعيفة ، ونهار قصير ؛ لأن تلك الظروف تشجع على تراكم مستويات مرتفعة من الأحماض الأمينية الذائبة فى الأنسجة النباتية .

وتتوفر المقاومة الكمية - كذلك - فى أنواع برية أخرى (عن Sotirova & Beleva ١٩٧٦) ؛ وهى :

L. esculentum var. cerasiforme .

L. hirsutum f. hirsutum .

L. hirsutum f. glabratum

ومن الأصناف المقاومة للندوة مايلي :

١ - أصناف صادقة التربية مثل Pieraline ، و Pierfit ، و Heline ، و Hessoline .

٢ - أصناف هجين مثل : Pyros ، و Juboline ، و Fandango ، و Flamingo ، وJango .

ترجع المقاومة البسيطة (أو الرأسية) إلى تكوين النباتات - فى موضع الإصابة - بقع صغيرة متحللة بطريقة فرط الحساسية hypersensitivity ، يترتب على تكوينها إعاقة نمو الفطر ؛ فيتوقف تقدم الإصابة عند حدود تلك البقع ، التى تكون صغيرة المساحة جداً . وقد وجد أن هذه البقع تحتوى على مركبات فينولية سامة للفطر المسبب للمرض ولفطريات أخرى؛ مما يوحى بأن تلك المركبات هى فيتو ألاكسينات يكونها النبات المقاوم بعد مهاجمة الفطر لخلاياه . كما وجد أن أنسجة النباتات المقاومة يتكون فيها - بعد الإصابة مباشرة - مركب مثبط لإنزيم البروتينيز proteinase؛ مما يدل على أن المقاومة تتكون بفعل تثبيط النبات للـproteolytic enzymes التى يكونها الفطر .

أما المقاومة الكمية (أو الأفقية) .. فإنها تؤدى إلى إبطاء دورة حياة الفطر على النبات بإبطائها لسرعة الإصابة وتقدمها ، وسرعة نمو الفطر وتجرثمه ، وخفضها لكثافة النمو الفطرى ، وأعداد الجراثيم التى يكونها . ومحصلة كل ذلك هى إبطاء تقدم المرض فى الحقل خلال موسم الزراعة ؛ فلا تصل الإصابة إلى ذروة الحالة الوبائية قبل الحصاد (عن Gallegly ١٩٦٠) .

يراعى عند إجراء اختبارات المقاومة للندوة المتأخرة أنها - أى المقاومة - تزداد مع تقدم النباتات فى العمر ، وأن الأصناف القابلة للإصابة تكون فى أقل درجات قابليتها للإصابة فى المراحل المتوسطة من نموها ، ثم تزداد قابليتها للإصابة مع تقدمها فى العمر (Bowley وآخرون ١٩٧٥) . تتنوع الطرق المتبعة فى اختبارات المقاومة . وعلى سبيل المثال .. تتبع فى فرنسا (فى الـ INRA) الطريقة التالية : ينمى الفطر فى أطباق بترى على درجة حرارة ١٨°م ، ويحضر من مزارع الفطر معلق لجراثيم الفطر الكونيدية لا يحتوى على أية جراثيم سابحة Zoospores . يستخدم المعلق فى عدوى النباتات بعد شتلها بنحو

٤٥ يوماً . تغطى النباتات بعد العدوى بشريحة بلاستيكية لمدة أربعة أيام ، يحتفظ خلالها بإضاءة منخفضة ورطوبة عالية . يرفع الغطاء البلاستيكى بعد ذلك ؛ حيث تظهر أعراض الإصابة فى غضون ثلاثة أيام أخرى .

التربية لمقاومة الانثراكنوز

يسبب الفطر Colletotrichum phomoides مرض الأنثراكنوز فى الطماطم ، وهو مرض يصيب الثمار . ويذكر Hoadley (١٩٦٠) أنه لم يمكن العثور على أى مصدر لمقاومة المرض فى نوع الطماطم L. esculentum بالرغم من اختباره لمئات الأصناف والسلالات ، ولكن المقاومة اكتشفت - بعد ذلك - فى سلالة الطماطم P.I. 272636 (عن Miller وآخرين ١٩٨٣) . كذلك وجدت المقاومة فى السلالات البرية التالية (عن Robbins & Angell ١٩٧٠) :

L. pimpinellifolium P.I. 127833 .

L. esculentum x L. pimpinellifolium P.I. 129027 .

كما عرفت المقاومة للأنثراكنوز فى بعض سلالات الصنف النباتى L. esculentum var. cerasiforme ، ومنها نقلت إلى سلالة الطماطم AC 629 .

إن أكبر مشاكل التربية لمقاومة الأنثراكنوز فى الطماطم لهى صعوبة إجراء عمليتى الحقن (العدوى) والتقييم ، وكثرة السلالات الفسيولوجية للفطر . وتستخدم بيئات خاصة لزراعة الفطر ؛ لتساعد على زيادة تكوينه للجراثيم ؛ (عنHoadley ١٩٦٠) ، ومن هذه البيئات البيئتان : Yeast extract - peptone - agar ، و V-8 agar .

تتضمن جميع طرق تقييم المقاومة إحداث جروح بالثمار ؛ لأن الفطر لا يمكنه إصابة الثمار غير المجروحة ؛ علما بأن الفطر يصيب الثمار - فى الظروف الطبيعية - من خلال الجروح غير المنظورة . وقد تمكن Robbins & Angell (١٩٧٠) . من التوصل إلى طريقة مؤكدة لاختبار المقاومة ؛ بوضع نقطة صغيرة من معلق الفطر على سطح الثمرة باستعمال حقنة عادية ، ثم وخز جلد الثمرة من خلال نقطة المعلق بواسطة إبراة الحقنة .

وقد أدى اتباع هذه الطريقة إلى ظهور أعراض الإصابة بالمرض على التراكيب الوراثية

القابلة للإصابة دونما حاجة إلى وضع الثمار فى ظروف خاصة من الحرارة أو الرطوبة .

وقد ذُكِرَ أن مقاومة الأنثراكوز في الطماطم كمية وسائدة جزئياً ؛ إلا أن Miller وآخرين (١٩٨٣) وجدوا أن مقاومة السلالة P.I.272636 متنحية جزئياً ، وذات درجة توريث مرتفعة قدرت -على النطاق الضيق- بنحو ٧٠ ٪ .

التربية لمقاومة عفن الثمار الرايزكتونى (عفن التربة)

يسبب الفطر Rhizoctonia solani مرض عفن الثمار الرايزكتونى Rhizoctonia Fruit Rot ، أو عفن التربة Soil Rot فى الطماطم . وتتوفر مصارد القدرة على تحمل الإصابة بالفطر فى نوع الطماطم . وقد وجد Werner وآخرون (١٩٨٠) أن وراثة هذه الصفة (القدرة على تحمل الإصابة) تختلف باختلاف مصدرها كمايلى :

١ - السلالة USDA 75 B 846 - 1-1 : يتحكم فى القدرة على تحمل الإصابة -فيها- جين واحد ، ذو سيادة غير تامة ، وتقدر درجة توريثها -على النطاق الضيق- بنحو ٧١ ٪ .

٢ - السلالة USDA 75 B 610 -3 : صفة القدرة على تحمل الإصابة - فيها - كمية ، ويتحكم فيها أربعة أزواج من الجينات الرئيسية ، وتقدر درجة تورثيها - على النطاق الضيق - بنحو ٣٠ ٪ .

التربية لمقاومة تبقع الأوراق السبتورى

يسبب الفطر Septoria lycopersici مرض تبقع الأوراق السبتورى Septoria Leaf Spot فى الطماطم . تتوفر المقاومة للمرض - بدرجة عالية - فى السلالة P.I. 422397 من النوع L. pimpinellifolium وتورث كصفة بسيطة سائدة .

وقد وجد Tu & Poysa (١٩٩٠) أن حقن أوراق النباتات - التى يراد اختبارها للمقاومة - بفرشاة سبق غمسها فى معلق الفطر كان أفضل من غمس الأوراق فى المعلق أو رشها به . استخدم فى العدوى معلق لجراثيم الفطر بتركيز مليون جرثومة بكل ملليلتر ، واستخدمت فرشاة من شعر الجمل فى عدوى الأوراق من السطحين . وأعقب ذلك وضع الأصص المحتوية علي النباتات المحقونة فى صوانٍ بها طبقة رقيقة من الماء ، وتغطية

النباتات بشريحة بلاستيكية ، ثم تركها فى صوبة على درجة حرارة ٢٤ ±٢°م لمدة يومين . وقد ظهرت الاختلافات – في شدة الإصابة – بين التراكيب الوراثية بعد ذلك بستة أيام أخرى ، وكانت الإصابة متجانسة بدرجة أفضل مما كانت عليه الحال فى أى من طريقتى غمس الأوراق ، أو رشها .

التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يسبب الفطر Leveillula taurica مرض البياض الدقيقى Powdery Mildew فى الطماطم . تتوفر مستويات مرتفعة من مقاومة المرض فى بعض الأنواع البرية ؛ مثل : L. parviflorum ، و L. chmielewskii ، و L. peruviaum ، و L. hirsutum ، و L. pimpinellifolium ، وفى أصناف قليلة من الطماطم مثل الصنف الكينى Kenya Wild ، والصنف التركى Cherry SRD (Calif. Agr. – عدد مارس / أبريل ١٩٨٨) . وفى اختبار موسع تضمن ١٩٦٣ صنفا وسلالة من الطماطم .. وجد Yang (١٩٧٩) المقاومة الحلقية للمرض فى سلالات الطماطم L17 ، و L 30 ، و L40 .

يتعين – عند الاختبار لمقاومة البياض الدقيقى – عدم تسجيل شدة الإصابة قبل مرور ٣٥ يوما على العدوى بالفطر، ويتضح ذلك من شكل (٤–١) ، الذى يبين تطور الإصابة مع الزمن .

التربية لمقاومة عفن الجذر والتاج الفيوزارى

يسبب الفطر F. oxysporum f.sp. rdicis - lycopersici مرض عفن الجذور والتاج الفيوزارى Fusarium Root and Crown Rot فى الطماطم . وتتوفر المقاومة للمرض فى سلالة الطماطم 1 - 89 ويتحكم فيها جين واحد سائد (Berry & Oakes ١٩٨٧) .

التربية لمقاومة عفن الجذر الفيتوفثورى

يسبب الفطر Phytopthora Parasitica مرض عفن الجذر الفيتوفثورى فى الطماطم . يتوفر طرازان للمقاومة فى بعض أصناف الطماطم التجارية ، وبعض سلالات L. esculentum var. cerasiforme . يمكن اختبار المقاومة فى طور البادرة ؛ لأن

المقاومة فى تلك المرحلة ترتبط بمقاومة النباتات البالغة فى الحقل (Hewitt وآخرون ١٩٨٧).



شكل (٤-١) : تطور الإصابة بالبياض الدقيقى فى الطماطم مع الوقت بعد العدوى بالفطر . تمثل الأجزاء المنقطة مناطق مصفرة chlorotic ، بينما تمثل الأجزاء السوداء مناطق متحللة necrotic (ميتة) من الورقة (.Calif. Agr عدد مارس / أبريل ١٩٨٨) .

التربية لمقاومة الأمراض البكتيرية

التربية لمقاومة الذبول البكتيرى

تسبب البكتيريا Pseudomonas solanacearum مرض الذبول البكتيرى Bacterial Wilt فى الطماطم ، والبطاطس ، والباذنجان . اكتشفت المقاومة للمرض فى صنف الطماطم لويزيانا بنك Louisiana Pink والسلالة T414 ، وأنتج التهجين بينهما مصادر للمقاومة أفضل من أى منهما ، علماً بأن المقاومة صفة كمية متنحية . وقد استخدمت هذه المقاومة فى برامج للتربية ، كما استخدمت مقاومة الصنف لويزيانا بنك فى إنتاج الصنفين المقاومين : فينس Venus ، وساترن Saturn (عن Russell ١٩٧٨) .

ومن المصادر الأخرى الجيدة للمقاومة السلالة P.I.127805A من L. pimpinellifolium التى اكتشفت فى هاواى عام ١٩٥٣ ، وتورث المقاومة التى تحملها كصفة سائدة جزئياً فى طور البادرة ، ومتنحية فى النباتات البالغة ، وقد نقلت إلى سلالة الطماطم Hawaii 5808 -2 (عن Gilbert & Mohanakumaran ١٩٦٩) . كما وجد Var Steekelenburg (١٩٨٥) أعلى مستوى لمقاومة للمرض فى الصنفين Irat L3 ، و Okitsu Sozai I -20 اللذين كانت مقاومتهما جزئية لوجود البكتيريا فى النباتات الخالية من أعراض الإصابة .. هذا .. وتتأثر المقاومة للمرض بدرجة الحرارة ؛ حيث تفقد فى درجة حرارة ٣٢°م . كما تؤدى الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور إلى فقدان المقاومة كذلك (عن Russell ١٩٧٨) .

التربية لمقاومة التسوس البكتيرى

تسبب البكتيريا Clavibacter michiganensis ssp. michignensis (سابقاً Corynebacterium michiganensis) مرض التسوس البكتيرى Bacterial Canker فى الطماطم . اكتشفت المقاومة للمرض فى بعض سلالات الطماطم والنوع البرى L. pimpinellifolium (Thyr ١٩٦٨) ، والسلالة P.I.251305 من L. hirsutum (Hassan وآخرون ١٩٦٨) ، وسلالات أخرى من نفس النوع . يتحكم فى مقاومة النوع L. pimpinellifolium عدة جينات ذات سيادة غير تامة . ولم تظهر سلالات من البكتيريا قادرة على كسر المقاومة التى توفرها هذه الأنواع .

وجدير بالذكر أن أصناف الطماطم تختلف – فى خاصية انتقال البكتيريا عن طريق البذور – حيث تختلف نسبة البذور التى تكون حاملة للبكتيريا (عند استخلاص البذور من ثمار نباتات مصابة) باختلاف الأصناف كمايلى :

الصنف	البذور الحاملة للبكتيريا (٪)
Highlander	٤٩
Heinz 1350	٣
Campbell 28	صفر

ومن الواضح أنه يمكن الاستفادة من تلك الخاصية فى جهود التربية لإنتاج أصناف لا ينتشر فيها المرض عن طريق البذور (عن Russell ١٩٧٨) .

وقد أنتج فى نورث كـاروليـنا صنفـا الطمـاطم Venus ، و Saturn ؛ وكلاهمـا مقاوم لمرضى الذبول البكتيرى والتسوس البكتيرى (Anon. ١٩٧١) . كما أنتجت أصناف أخرى كثيرة مقاومة للمرض ؛ منها : H2990 ، و MR2 ، و Monense ، و Cm VF232 ، و UC 134 . وفى محاولة لمقارنة مدى مقاومة بعض هذه الأصناف .. وجد Van Steeklenburg (١٩٨٤) أن أعلى درجات المقاومة كانت فى الصنفين Irat L3 ، و Okitsu Sozai 1-20 ؛ بينما لم تتأكد من هذا الاختبار مقاومة الأصناف Florida MH-1 ، و Utah 20 ، و Bulgaria 12 . ويبدو أن مرد تلك الاختلافات إلى تباين السلالات البكتيرية المستخدمة وطرق الاختبار للمقاومة باختلاف الباحثين . ففى دراسة على ١٣ صنفاً من تلك الأصناف التى أنتجت على أساس أنها مقاومة للمرض .. قام Berry وآخرون (١٩٨٩) بحقن النباتات بسلالات عالية الضراوة من البكتيريا ، ووجدوا أن ١١ صنفاً منها كانت مقاومة عندما كانت العدوى شديدة (٥ ر٨ × ١٠^{٨} خلية بكتيرية / نبات) ، بينما لم تظهر المقاومة فى الصنفين الآخرين إلا عندما كانت العدوى أقل شدة (٥ ر٨ × ١٠^{٢} خلية بكتيرية / نبات) ؛ وهو ما يعنى إمكانية تمييز الأصناف ذات المستويات المتوسطة من المقاومة بحقنها بتركيز منخفض من المعلق البكتيرى .

توصل Strider & Konsler (١٩٦٥) إلى طريقة سهلة وسريعة لاختبار مقاومة المرض عن طريق رش الأوراق الفلقية بمعلق بكتيرى باستعمال رشاشة يدوية صغيرة . بدأت أعراض المرض فى الظهور بعد نحو ثلاثة أيام على شكل بقع بيضاء صغيرة زادت مساحتها - تدريجياً - إلى أن وصل قطرها إلى ملليمتر واحد بعد نحو ٨ أيام من المعاملة . كما التحمت بعض البقع الصغيرة معاً وكونت بقعاً أكبر حجماً ، ووصل قطرها إلى عدة ملليمترات ، وذبلت الأوراق الفلقية فى حالات الإصابة الشديدة . وقد استخدم Hassan وآخرون (١٩٦٨) هذه الطريقة فى تقييم عدة مئات من الأصناف والسلالات لمقاومة المرض .

وتمكن Thyr (١٩٦٨) من تقييم النباتات للمقاومة بعدوى النباتات بالبكتيريا المسببة للمرض ، وهى فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الثالثة ؛ وذلك بقطع الورقة الحقيقية الأولى عند اتصالها بالساق وحقنها (عدواها) بالبكتيريا فى مكان الجرح ؛ حيث ظهرت أعراض المرض على التراكيب الوراثية القابلة للإصابة بعد ذلك بنحو ثمانية أسابيع . وقد أكد Van Steeklenburg (١٩٨٤) فعالية تلك الطريقة .

ومن الطرق الأخرى التى اتبعت فى العدوى بالبكتيريا مايلى :

١ – وخز السيقان من خلال نقطة من معلق البكتيريا ، أو بإبرة ملوثة بالنمو البكتيرى ، وهى من أفضل الطرق لتقييم المقاومة .

٢ – تجريح الجذور ، ثم سكب معلق البكتيريا عليها .

٣ – قص أطراف الأوراق بمقص سبق غمسه فى معلق البكتيريا .

هـذا .. مع العلـم بأن اختـبارات البادرة لا تـتـفـق – دائما – مـع اختـبارات الحقن (عن Russell ١٩٧٨) .

تعتمد خاصة المقاومة فى أصناف الطماطم على إنقاص تكاثر البكتيريا بشدة فى النباتات ، ولكنها لا تحد من إصابتها جهازياً [Van Steckelenburg ١٩٨٤] .. وقد وجد Gilbert & Mohanakumaran (١٩٦٩) أن مقاومة السلالة P.I.127805A (من L. pimpinellifoium) ترجع إلى ارتفاع محتوى جذورها من مركب الـ alph - tomatine الذى يثبط نمو البكتيريا . ويذكر Russell (١٩٧٨) أن كمية هذا المركب تزداد بعد العدوى بالبكتيريا ، ويكون معدل الزيادة فى تركيزه أكبر فى الأصناف المقاومة مما فى الأصناف القابلة للإصابة .

التربية لمقاومة التبقع البكتيري

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris pv. vesicatoria مرض التبقع البكتيرى Bacterial Spot فى الطماطم . تتوفر المقاومة فى سلالة الطماطم Hawaii 7998 ، وهى صفة كمية ، وذات درجة توريث مرتفعة نسبياً (Scott & Jones ١٩٨٨) .

التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية

التربية لمقاومة فيرس تبرقش الدخان

يتحكم فى المقاومة والقدرة على تحمل الإصابة بفيرس تبرقش الدخان فى الطماطم الجينات التالية :

١ – الجين Tm-1 : يتحكم فى القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس ، وقد نقل إلى الطماطم من النوع البرى L. hirsutum .

٢ – الجينان Tm-2 ، و $Tm\text{-}2^2$: يتحكمان فى المقاومة للفيرس ، وهما أفضل جينات المقاومة ، ونقلا إلى الطماطم من النوع البرى L. peruvianum . يرمز للجين $Tm\text{-}2^2$ – أحياناً – بالرمز $Tm\text{-}2^a$ (نسبة إلى مكتشفه Alexander) . يوجد كلا الجينين Tm-2 ، و $Tm\text{-}2^2$ فى نفس الموقع الجينى ؛ أى إنهما آليليان وبذا ؛ فلا يمكن أن يوجدا معاً فى نفس النبات إلا بحالة خليطة . ويوفر الجينان المقاومة للمرض ؛ عن طريق فرط الحساسية hypersensitivity ؛ حيث تموت الخلايا المصابة بسرعة شديدة ؛ فلا يتمكن الفيرس من الانتقال إلى خلايا جديدة (Alexander & Oakes ١٩٧٠ ، و Gates & Mckeen ، و Robinson ١٩٧٤ ، و Laterrot ١٩٧٧) . ويبين جدول (٤ – ٣) السلالات الموجودة والمحتملة من الفيرس والجينات التى تحمى النبات من الإصابة بها (عن Fletcher ١٩٨٤) . هذا .. مع العلم بأن النباتات الخليطة فى صفة المقاومة تتعرض للإصابة بالفيرس فى درجات الحرارة المرتفعة (R. Provvidenti اتصال شخصى) .

جدول (٤–٣) : السلالات الموجودة والمحتملة من فيرس تبرقش أوراق الدخان والجينات التى تحمى النبات من الإصابة بها .

جينات المقاومة فى الطماطم	سلالات الفيرس (١)						
	O	1	2	(2^2)	1:2	$(1:2^2)$	$(1:2:2^2)$
o	+	+	+	+	+	+	+
Tm -1	-	+	-	-	+	+	+
Tm -2	-	-	+	-	+	-	+
$Tm\text{-}2^2$	-	-	-	+	-	+	+
Tm 1, Tm -2	-	-	-	-	+	-	+
Tm -1 , $Tm\text{-}2^2$	-	-	-	-	-	+	+
Tm - 1 , Tm -2 , $Tm\text{-}2^2$	-	-	-	-	-	-	+

(١) + : لا تتوفر المقاومة ، – : تتوفر المقاومة .

( ) سلالات من الفيرس لم يعثر عليها بعد ، فيما عدا السلالة (2^2) التى وجدت فى حالات قليلة جداً .

وقد أدى انتشار زراعة الأصناف الجديدة المقاومة للفيرس إلى ظهورسلالات جديدة منه. فحينما كانت كل أصناف الطماطم قابلة للإصابة بالفيرس .. لم يكن موجوداً سوى السلالة صفر ، أو – على الأقل – كانت هى السائدة تماماً . وعندما أدخلت الأصناف التى تحمل الجين Tm-1 فى الزراعة – والمقاومة لهذه السلالة – حدث تغير كبير فى عشائر الفيرس الطبيعية ، أدى إلى ظهور السلالة "1" التى انتشرت فى وقت قصير ، وازداد انتشارها كلما ازداد انتشار زراعة الأصناف الحاملة للجين Tm-1 . ولا يعرف – على وجه التحديد – هل أدى تعرض الفيرس للمقاومة التى أحدثها الجين Tm-1 إلى إحداث الطفرة التى أوجدت السلالة "1" ، أم أن هذه السلالة كانت موجودة أصلاً ، وأدت زراعة الأصناف المقاومة للسلالة صفر إلى تكاثرها وانتشارها بالانتخاب الطبيعى ؟ لكن المهم فى الموضوع هو أن الأصناف الحاملة لهذا الجين لم تعد لها قيمة لدى المزارعين . وقد أعقب ذلك إدخال الجين Tm-2 فى الزراعة ، فظهرت السلالة القادرة على كسر مقاومته وهى السلالة "2" . أما الجين Tm-22 .. فلم يؤد إدخاله فى الأصناف الجديدة ونشر زراعتها إلى ظهور سلالة جديدة من الفيرس ؛ مما يدل على قوة المقاومة التى يوفرها هذا الجين للنباتات الحاملة له (Fletcher ١٩٨٤) .

وفيما يتعلق بكيفية التقييم للمقاومة لهذا الفيرس .. فإن الطريقة الشائعة هى عدوى أوراق البادرات قبل الشتل ؛ وذلك بحكها – برفق – بقطعة من الشاش المبللة بعصير نباتات مصابة بالفيرس ، بعد نثر قليل من مادة الكاربورندم على الأوراق .

كما وجد Emmatty & John (١٩٧١) أن غمر الأوراق الفلقية فى راشح عصير نباتات مصابة بالفيرس أحدث ٩٥٪ إصابة فى النباتات القابلة للإصابة ، بينما لم تصب أى من نباتات المقاومة .

تضاربت نتائج الدراسات الوراثية التى أجريت على صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس – سواء أكانت تلك المتحصل عليها من L. hirsutum ، أم تلك التى تحصل عليها Holmes من النوع L. chilense – فقد وصفت القدرة على تحمل الإصابة بأنها :

(١) سائدة سيادة جزئية .

(٢) يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية .

(٣) يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية السائدة .
(٤) يتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية المتنحية .
(٥) بسيطة وسائدة .
(٦) بسيطة وسائدة سيادة غير تامة .
(٧) يتحكم فيها عديد من الجينات .

هذا .. إلا أنه من المتفق عليه حالياً أن هذه الصفة - أى القدرة على تحمل الإصابة - يتحكم فيها جين واحد سائد يرمز إليه بالرمز Tm-1 ، وقد نقله Holmes من النوع L. chilense إلى سلالة الطماطم P.I. 235673 .

يرتبط الجين Tm-2 المتحصل عليه من L. peruvianum بعدد من الجينات الأخرى . فقد وجد أنه يرتبط بجين آخر متنح يعرف باسم netted - virescent ، ويرمز إليه بالرمز nv . تتلون النباتات الأصيلة فى هذا الجين (nv nv) باللونين الأخضر والأصفر بشكل شبكى . وقد قدرت المسافة الكروموسومية بين الجينين : Tm-1 ، و nv بنحو ٢ ر٠ وحدة عبور . هذا .. وقد تمكن Laterrot & Pecaut عام ١٩٦٩ من كسر الارتباط بينهما وأنتجا سلالة الطماطم Perou-2 التى كانت أصيلة فى الجين Tm-2 ، وطبيعية (أى + +) بالنسبة للموقع nv .

يرتبط الجين Tm-2 بشدة - كذلك - بجين آخر يطلق عليه اسم anthocyaninless (أى الخالى من الأنثوسيانين) ، ويرمز إليه بالرمز ah (نسبة إلى Hoffman's anthocyanin-less) . وتكون سيقان النباتات الأصيلة فى هذا الجين (ahah) خضراء تماماً وخالية من الأنثوسيانين ، ويمكن التعرف عليها فى طور البادرة .. ويوجد كلا الجينين Tm-2 ، و ah فى منطقة الكروماتين الخامل heterochromatin بالذراع الطويلة للكروموسوم التاسع ؛ حيث يقل فيها العبور برغم بعد المسافة بين الجينات .

كذلك وجد ارتباط بين الجين Tm-2 وجين آخر متنح مميت ، إلا أنه أمكن كسر هذا الارتباط ، والحصول على نباتات أصيلة فى الجين Tm-2 .

كما وجد ارتباط بين الجين Tm-2 وجين آخر سائد أطلق عليه اسم gamete promoter

ويرمز إليه بالرمز Gp . يزيد هذا الجين نسبة البويضات غير المخصبة والأجنة غير المكتملة النمو ، ويؤدى إلى حدوث انحرافات عن النسب الانعزالية المتوقعة .

أما الجين $Tm\text{-}2^2$ فهو آليل للجين Tm-2 ، وقد نقل إلى الطماطم من السلالة P.I. 128650 للنوع L. peruvianum ، ويرمز إليه - أحياناً - بالرمز $Tm\text{-}2^a$ ، ويعتقد أنه أفضل مصادر المقاومة (عن Nazeem ١٩٧٣) .

اقترح Laterrot (١٩٧٣) جمع الجينات المسئولة عن كل من المقاومة والقدرة على تحمل الإصابة معاً بحالة خليطة لسببين ؛ هما :

(١) أن النباتات الأصيلة فى أى منهما تكون قليلة الخصوبة .

(٢) أن النباتات الخليطة فى جين واحد فقط منهما لاتكون كاملة المقاومة ؛ نظراً للاعتقاد بأن هذين الجينين ليسا كاملَىْ السيادة .

وقد اختبر Cirulli & Ciccarese (١٩٧٥) ضراوة ١٩ عزلة من الفيرس على سلالات ذات أصول وراثية متشابهة من الصنف Craigella ، لا تختلف إلا فى جينات المقاومة للفيرس فى درجات حرارة ١٧ ، و ٢٢ ، و ٢٦ ، و ٣٠°م وتوصلا إلى النتائج التالية :

١ - أصيبت السلالات الخليطة فى أى من جينات المقاومة للفيرس بعدد من عزلات الفيرس أكبر من النباتات الأصيلة .

٢ - أصيبت النباتات بعدد من عزلات الفيرس فى درجة حرارة ٢٦ ، و ٣٠°م أكبر مما فى درجة حرارة ١٧ ، و ٢٢°م .

٣ - أصيبت النباتات الحاملة للجين Tm-1 بعدد من عزلات الفيرس أكبر من النباتات الحاملة للجين Tm -2 ، أو $Tm\text{-}2^2$.

٤ - كانت أكثر التراكيب الوراثية مقاومة تلك التى تحمل الجين Tm-1 بحالة أصيلة أو خليطة مع الجين Tm-2 ، أو $Tm\text{-}2^2$ بحالة أصيلة ، أو خليطة ، أو مع كليهما (أى مع الجينين Tm-2 ، و $Tm\text{-}2^2$) .

٥ - أمكن تمييز خمس سلالات من الفيرس بواسطة سلالات الطماطم

المستخدمة فى الدراسة .

٦ – كانت أفضل درجة حرارة لإجراء اختبار التمييز بين السلالات هى ٢٦°م .

هذا .. وتتوفر مصادر المقاومة للفيرس – حالياً – فى عدد كبير من أصناف الطماطم التجارية . وقد اختبرت عديد من هذه الأصناف بعزلات محلية من الفيرس ، ووجدت مقاومة (Allam وآخرون ١٩٧٤ ، و Hassan وآخرون ١٩٨٠) .

وفيما يتعلق بطبيعة المقاومة للفيرس .. أوضحت دراسات Arryo & Selman (١٩٧٧) أن الأصول المقاومة لم يكن لها أى دور فى الإصابة في الطعوم القابلة للإصابة ، بينما غيرت الأصول القابلة للإصابة من القابلية للإصابة بالفيرس فى الطعوم المقاومة ، أو الطعوم القادرة على تحمل الإصابة . وقد تمكن Maksoud وآخرون (١٩٧٥) من عزل مادة (أو مواد) مضادة للفيرس Antiviral Principal$_{(s)}$ (AVP) من كل من النباتات القابلة للإصابة والنباتات المقاومة بعد ١٥ يوماً من عدوى النباتات بالفيرس ، لكن الـ AVP المنتج فى النباتات المقاومة كان أكثر تثبيطاً لفيرس تبرقش أوراق الدخان النقى من الـ AVP المنتج فى النباتات القابلة للإصابة ؛ مما يدل على أن إنتاج الـ AVP فى النباتات المقاومة أسرع مما فى النباتات القابلة للإصابة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى توقف تكاثر الفيرس فى النباتات المقاومة . يتشابه الـ AVP فى هذا الشأن مع الفيتوألاكسينات ، ويختلفان فى كون الأخيرة لا تنتج إلا فى الخلايا المصابة المحيطة بها فقط ، بينما أمكن عزل الـ AVP من الأنسجة النباتية التى لم تسبق عدواها بالفيرس ؛ إلا أن ذلك لا يعنى أنه لم يصل إليها نظراً لأنه – أى الفيرس – يصيب النبات جهازياً .

التربية لمقاومة فيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر

يعد فيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر أخطر المسببات المرضية التى تصيب الطماطم فى منطقة الشرق الأوسط . وقد اختبرت مئات من أصناف وسلالات الطماطم ، ولكن لم يستدل على وجود المقاومة فى أى منها . إلا أن القدرة على تحمل الإصابة وجدت فى عدة أصناف تجارية ؛ منها : Early Pak7 ، و Pearl Harbour (El-Hammady وآخرون ١٩٧٦) ، و Peto CVF ، و Castlex 1017 ، و Suh Artic ، و S. Carolina T 3691 ،

و VFN 19 ، و Homestead 500 (Abu - Gharbieh وآخرون ١٩٧٨) ، و Castlex 499، و Castlex 1017 ، و VF145 - B - 7879 (Hassan وآخـرون ١٩٨٥) ، و Campbell 1138 ، و Campbell (P.I. 432947) ، و Kwangtung 30 ، و Kwangtung 59 ، و Kwangtung 85 ، و Kwangtung 105 ، و Rbri-75 ، و Quinte ، و Trimson ، و Columbia ، و Roza ، و Progress 1 ، و Slava ، و P.I. 406868 ، و P.I.452015 ، و P.I. 452020 ، و P.I.452025 (Hassan وآخرون ١٩٩١) ؛ كما وجدت القدرة على تحمل الإصابة فى عدد من السلالات غير المحسنة من الطماطم ؛ منها : EC 104395 (Varma وآخـــرون ١٩٨٠ ، و Fadl & Burgstaller ١٩٨٦) ، و P.I.365923 ، وP.I.365925 ، و P.I.390648 (Hassan وآخرون ١٩٩١) .

كذلك اختبرت مئات من سلالات مختلف الأنواع البرية التابعة للجنس Lycopericon ، وكانت جميع الأنواع – كذلك – قابلة للإصابة بالفيرس ، إلا أن المقاومة أو القدرة على تحمل الإصابة وجدت في سلالات معينة منها .. وكانت أكثر هذه الأنواع مقاومة : L. peruvianum ، و L. chilense ، و L. hirsutum ، و L. cheesmaii ، وأكثرها قدرة على تحمل الإصابة النوع L. pimpinellifolium (Nariani & Vasudeva ١٩٦٣ ، و Pilowsky & Cohen ١٩٧٤ ، و Hassan وآخـرون ١٩٨٢ ، ١٩٩١ ، و AVRDC ١٩٨٧ ، و Kasrawi وآخـرون ١٩٨٨) .

وقد أكدت جميع الدراسات – التى أجريت في هذا الشـأن – أن سلالات النوع L. pimpinellifolium التى تتـحـمل الإصـابة تصـاب بالفيـرس ، ولكن لا يتـأثر نمـوها – بشـكل ملحوظ – بالإصـابة .هـذا .. بينمـا تضـاربت نتـائـج الدراسات التى أجـريت على الأنواع البرية الأخرى بشـأن مـا إذا كانت مـقاومة (أى لا تصاب بالفيرس) ، أم أنـها قابلة للإصابة، ولكن لاتظهر عليها أعراض مرضية . فمثلاً .أوضـحـتدراسـات Mazyad وآخرين (١٩٨٢) أن السلالات LA1401 مـن L. cheesmani f. minor ، و LA386 من L. hirsutum ، و CMV sel I.N.R.A. من L. peruvianum ظلت خالية من أية إصابة بالفيرس ، بالرغم من أنها تعرضت للعدوى الطبيعية المستمرة لمدة عام كامل .. إلا أنه أمكن إصابة نباتات

السلالة الأخيرة عن طريق التطعيم ، وكذلك عن طريق الذبابة البيضاء ، عندما أجريت العدوى الصناعية فى درجات حرارة مرتفعة بلغت ٤٢°م نهاراً ؛ مما يفيد احتمال حدوث فقد جزئى للمقاومة فى درجات الحرارة العالية . هذا .. بينما أوضح Kasrawi وآخرون (١٩٨٨) أن نباتات هذه السلالة (CMV sel I.N.R.A) وخمس سلالات أخرى من نفس النوع (L. peruvianum) كانت حاملة للفيرس ، إلا أن عدوى النباتات بالفيرس فى هذه الدراسة كان بطريقتى التطعيم والذبابة البيضاء مجتمعتين .

وقد تبين من دراسات Hassan وآخرين (١٩٨٤ أ) أن المقاومة لفيرس تجعد أوراق الطماطم الأصفر تورث فى السلالة LA1401 من L. cheesmanii f. minor كصفة متنحية تقدر درجة توريثها - على النطاق الضيق - بنحو ٤٤ ٪ ، وأن المقاومة فى السلالة LA386 من L. hirsutum تورث كصفة سائدة يتحكم فيها أكثر من جين . وأضاف Banerjee & Kalloo (١٩٨٧) أن مقاومة السلالة B6013 من L. hisutum f. glabratum تنعزل فى الجيل الثانى - لتلقيحاتها مع الطماطم - بنسبة ١٣ مقاوماً : ٣ قابلاً للإصابة ، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية .

أما بالنسبة لوراثة صفة المقاومة للفيرس التى توجد فى النوع البرى L. peruvianum .. فقد تطلبت دراستها نقل الصفة أولا من النوع البرى إلى الطماطم المزروعة ، وأنتجت لذلك السلالة M-60 التى كانت بمثابة الجيل الخامس للتلقيح الرجعى الثالث ، والتى وصفت بالقدرة على تحمل الإصابة بالفيرس . وقد وجد - عند تلقيح هذه السلالة مع الطماطم - أن تلك الصفة يتحكم فيها خمسة أزواج من العوامل الوراثية المتنحية (Pilowsky & Cohen ١٩٩٠).

وقد حظيت السلالة LA121 من L. pimpinelliflloium بدراسات عديدة ، أجمعت على أنها ذات قدرة عالية على تحمل الإصابة بالفيرس ؛ حيث وجد أن نموها الخضرى لا يتأثر بالإصابة ، ولا تظهر عليها الأعراض المرضية إلا بدرجة طفيفة (Pilowsky & Cohen ١٩٧٤ ، و Makkouk ١٩٧٨ ، و Hassan وآخرون ١٩٨٢) . وتبين من الدراسات الوراثية التى أجريت عليها وعلى غيرها من سلالات L. pimpinellifolium - التى تتميز بالقدرة

على تحمل الإصابة (مثل LA 1582 ، و LA 373 ، ونباتات منتخبة من LA 1478 ، وHirsute - I.N.R.A) – أن تلك الصفة سائدة جزئياً (Pilowsky & Cohen ١٩٧٤) أو سائدة سيادة تامة (Geneif١٩٨٤ ، و Yassin ١٩٨٧ ، و Kasrawi ١٩٨٩) أو كمية ، ومتنحية جزئياً ، وذات درجة نفاذية Penetrance غير كاملة ، ودرجة توريث متوسطة ، قدرت بنحو ٨٥ ، و ٦٢ ٪ على النطاق العريض ، و ٥٢ و ٢٧ ٪ على النطاق الضيق فى السلالتين : LA 121 ، و LA 373 على التوالى (Hassan وآخرون ١٩٨٤) .

وبالنسبة لجهود التربية لإنتاج أصناف مقاومة .. فقد بدأ Pilowsky & Cohen (١٩٧٤) برنامجاً لهذا الغرض باستخدام السلالة LA 121 من L. pimpinellifolium كمصدر لتحمل الإصابة ؛ وهي – كما ذكرنا آنفاً – تصاب بالفيرس ، ولكن الأعراض التى تظهر عليها تكون طفيفة ، كما لا يتأثر نموها بالإصابة . وقد انتخبت خلال برنامج التربية سلالات تتحمل الإصابة بالفيرس ، وتظهر عليها أعراض متوسطة للإصابة ، إلا أن نموها تأثر بوضوح من جراء ذلك . وعليه .. فقد أوقف هذا البرنامج فى عام ١٩٧٧ ، وبدأ الباحثان برنامجاً آخر يعتمد على السلالة P.I.126935 من L. peruvianum كمصدر للمقاومة (Pilowsky & Cohen ١٩٩٠) . وقد نتج من هذا البرنامج صنف جديد هو الهجين TY 20 ، الذى وصفه الباحثان بأنه يصاب بالفيرس ، ويعطى – تحت ظروف الحقل – أعراضاً طفيفة من الإصفرار بين العروق ، ومع التفاف قليل فى الوريقات بالنباتات البالغة ، وأنه لا يختلف – كمصدر للفيرس – عن الصنف الهجين القابل للإصابة Naama ، ولكن النباتات تعطى محصولاً مُرْضياً بالرغم من الإصابة . وباختبار هذا الصنف تحت ظروف الحقل (Hassan وآخرون ١٩٩١) .. وجد أنه يصاب بالفيرس بدرجة تقل – بشكل ملموس – عن الأصناف التجارية الأخرى القابلة للإصابة ، إلا أن نموه الخضرى يبقى قوياً بالرغم من إصابته .

ويعتقد المؤلف أن مقاومة هذا الصنف تقل كثيراً جداً عن مقاومة الأب البرى الذى أخذت منه المقاومة ؛ مما يدل على فقد جزء كبير منها أثناء الانتخاب للمقاومة خلال برنامج التربية . كما نتج من نفس برنامج التربية هجناً أخرى أعلى محصولاً من الهجين TY20، مثل : TY70 ، و TY71. هذا .. وقد جَرَتْ محاولة أخرى لنقل المقاومة من

السلالة البرية CMV sel I.N.R.A. من النوع L. peruvianum ، وانتخبت سلالة على درجة عالية من المقاومة من الجيل الرابع للتلقيح الرجعي الأول (Hassan وآخرون ١٩٨٧) .

كما تجرى محاولات أخرى فى عدة دول (مثل : هولندا وفرنسا بالتعاون مع دول أخرى يوجد فيها الفيرس ، ومصر ، والسودان ، والهند ، والأردن) لنقل الفيرس من مختلف الأنواع البرية - خاصة الأنواع L. peruvianum ، و L. hirsutum ، و L. pimpinelli-folium إلي الطماطم . وقدنتج عن برامج التربية الهولندية والفرنسية أصنافاً على درجة عالية من القدرة على تحمل الإصابة مثل E437 (أوفيونا Fiona) ، وتركوزا تى واى١ Turquesa TY 1 ، وتركزاتى واى ٢ وجميعها من الهجن . ويجرى برنامج آخر للتربية تابع للسوق الأوروبية المشتركة بالتعاون مع عدة دول (منها : مصر ، والسودان ، ولبنان ، وقبرص، ومالى ، والسنغال) ، ويرأسه H.Laterrot (١٩٩٠) . نتج من هذا البرنامج - إلى الآن - ثلاث سلالات تتحمل الإصابة بالفيرس بدرجات متفاوته ، وتستخدم لأغراض التربية للمقاومة، وهى :

١ - LATYLC : حصلت هذه السلالة على صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس من السلالة LA 121 للنوع البرى L. pimpinellifolium بعد تلقيحين رجعيين إلى الطماطم ، وخمس دورات من الانتخاب للمقاومة فى لبنان ، خلال الفترة من ١٩٧٦ إلى ١٩٨٢ (Laterrot & Makkouk ١٩٨٣) .

٢ - PIMHIRTYLC : حصلت هذه السلالة على صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس من السلالة L. pimpinellifolium Hirsute بعد تلقيحين رجعيين إلى الطماطم .

٣ - PERTYLC : حصلت هذه السلالة على صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس من السلالة CMV sel I.N.R.A. للنوع L. peruvianum بعد تلقيحين رجعيين إلى الطماطم .

اتبعت عدة طرق لتقييم النباتات - لتحديد مدى مقاومتها أو قدرتها على تحمل الإصابة بالفيرس - كمايلى :

١ - اعتمد معظم الباحثين على أعراض الإصابة ، حيث تقسم النباتات - حسب شدة إصابتها - على مقياس وصفى ، يتراوح - عادة - من صفر (حيث لاتوجد أية أعراض

للإصابة) إلى ٤ أو ٥ (حيث توجد أشد أعراض الإصابة) ، وتكون بقية درجات المقياس للأعراض الطفيفة والوسطية .

٢ - أجريت اختبارات التقييم فى المركز الآسيوى لبحوث وتطوير الخضر بتطعيم النباتات التى يراد تقييمها على نباتات مصابة بالفيرس . وللكشف عن وجود الفيرس فى الطعوم .. فإنها تطعم على نباتات N. benthamina خالية من الفيرس ؛ وهو عائل تظهر عليه أعراض الإصابة بسرعة (AVRDC ١٩٨٧) . ويعيب طريقة التقييم هذه أنها ليست الطريقة التى تصاب بها النباتات - طبيعياً - تحت ظروف الحقل ؛ وعليه .. فإنها تَسْتَبْعِد - تلقائياً - أى احتمال للعثور على تراكيب وراثية مقاومة للإصابة بالفيرس عن طريق الذبابة البيضاء ، ولايظهر معها إلا طرازان من النباتات ، هما :

أ - النباتات المقاومة تماما لتكاثر الفيرس فيها .

ب - النباتات التى تتحمل الإصابة بالفيرس ؛ فلا تظهر عليها أية أعراض ، أو تظهر عليها أعراض طفيفة .

يستفاد مما تقدم أن طريقة التطعيم لا يمكن الاعتماد عليها إلا فى الكشف عن وجود الفيرس فى النباتات المختبرة ، وأن العدوى بالفيرس يجب أن تتم بطريق الذبابة البيضاء . وتأكيداً لذلك ..أوضح El-Hammady وآخرون (١٩٧٦) أن نباتات النوع L. peruvianum لا تظهر عليها أية أعراض للإصابة عند محاولة إصابتها عن طريق الذبابة البيضاء التى هى الوسيلة الوحيدة لنقل الفيرس فى الظروف الطبيعية ، إلا أن الفيرس انتقل إلى هذا النوع بالتطعيم . ومع ذلك .. فقد كان انتقال الفيرس بطيئاً واستغرق أكثر من شهرين لظهور الأعراض التى كانت طفيفة جداً ، وعلى صورة تجعد طفيف جداً بالوريقات ، دون أن يكون ذلك مصاحباً بأى اصفرار أو نقص فى حجم النبات . وقد أكد ذلك Mazyad وآخرون (١٩٨٢) الذين أمكنهم إصابة السلالة CMV sel I.N.R.A. من النوع L. peruvianum بطريق التطعيم ، غير أنها ظلت خالية من أية أعراض للإصابة . وقد تأكد احتواؤها على الفيرس باختبارات التطعيم على نباتات طماطم سليمة . وجدير بالذكر أن هذه السلالة ظلت معرضة للعدوى الطبيعية بالذبابة البيضاء لمدة عام كامل دون أن تصاب بالفيرس .

٣ – اتبعت كذلك طريقة الـ Squash - Blot Method فى الكشف عن وجود الفيرس فى النباتات المختبرة . توضع نقطة من العصير الخلوى لأى نسيج نباتى (أو حتى لأنسجة حشرة الذبابة البيضاء) على غشاء من النايلون nylon membrane . يكشف عن وجود الفيرس فى هذه النقطة بواسطة DNA probe خاص لهذا الغرض (Czosnek وآخرون ١٩٨٨ ، و Navot وآخرون ١٩٨٩) .

٤ – تمكن Marco (١٩٧٥) من تقدير درجة القدرة على تحمل الإصابة مبكراً – وبصورة كمية – بتقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل . وقد طبق الباحث هذه الطريقة على نباتات السلالة LA 121 من L. pimpinellifolium ، والصنف بيرسون Pearson ، ونباتات الجيلين الأول والثانى للتلقيح بينهما ؛ فوجد أن محتوى الأوراق من الكلوروفيل كان أعلى فى السلالة البرية مما فى الطماطم ، بينما كانت نباتات الجيل الأول وسطاً بينهما . وقد أظهرت الدراسة أن الإصابة بالفيرس أدت إلى نقص محتوى الأوراق إلى ٨٢ ٪ ، و٧٢ ٪ ، و ٥٩ ٪ بالنسبة للمحتوى الطبيعى لأوراق النباتات السليمة فى السلالة البرية ، والجيل الأول ، والصنف بيرسون على التوالى . كما كانت درجات المقاومة المقدرة – عينياً – فى نباتات الجيل الثانى مرتبطة إيجابياً مع محتواها من الكلوروفيل .

وكما سبق أن أوضحنا .. فإن مقاومة تكاثر الفيرس داخل النبات إذا نقل إليه بطريق التطعيم ، والقدرة على تحمل الإصابة بالفيرس – إذا نقل إليه بأية طريقة كانت – هما وسيلتان لمقاومة النبات للفيرس . كما يمكن للنبات مقاومة الفيرس بوسيلتين أخريين ؛ هما المقاومة للإصابة الطبيعية بالفيرس عن طريق الذبابة البيضاء ، والمقاومة للذبابة البيضاء ذاتها .

وتحتل المقاومة للإصابة بالفيرس بطريق الذبابة البيضاء الجانب الأكبر من جهود الباحثين حاليا . كما يولى البعض أهمية خاصة لمقاومة الذبابة البيضاء ذاتها . فقد وجد Kisha (١٩٨١) اختلافات بين أربعة أصناف من الطماطم فى كثافة الشعيرات الغدية على السطح العلوى للأوراق ؛ حيث كانت الشعيرات فى الأصناف أيس ، وسترين بى ، ومنى ميكر أكثر كثافة مما فى الصنف مارجلوب . وقد أحدثت هذه الشعيرات تقييداً لحركة الذبابة البيضاء Bemisia tabaci ، وكان ذلك التأثير أقوى ما يمكن في الصنف سترين بى.

كما وجد Berlinger وآخرون (١٩٨٣) المقاومة لنفس نوع الذبابة فى بعض السلالات البرية للجنسين Lycopersicon ، و Solanum . كانت هذه المقاومة كمية ، وأرجعت إلى عديد من المسببات ؛ منها : الـ pH ، ومحتوى النبات من المركبات الثانوية ، والإفرازات النباتية اللزجة التى ربما كانت سامة للحشرة . كذلك اكتشف Ponti وآخرون (١٩٨٣) المقاومة لنوع الذبابة البيضاء Trialeurodes vaporariorum (وهى ليست ناقلة لفيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم) فى النوعين البريين L. hirutum ، و L. pennellii ، بينما لم يعثروا على المقاومة للحشرة فى أى من أصناف الطماطم التجارية المختبرة . كما ذُكِرَ (عن Ponti & Steenhius ١٩٨٤ ، و Van Gelder & De Ponti ١٩٨٧) أن النوعين L. pennellii ، و L. hirsutum f. glabratum مقاومان لكل من نوعى الذبابة T. vaporariourm ، وB. tabaci .

تفيد مقاومة الحشرة الناقلة فى الحد من تكاثرها فى حقول الطماطم ، وبذا .. فإنها تحد من انتشار الإصابة بالفيرس . هذا إلا أن هذا النوع من المقاومة لا يمنع الإصابة كلية ؛ لأنه تكفى أن تتغذى ثلاث حشرات فقط حاملة للفيرس على نبات سليم ؛ لكى تنتقل إليه الفيرس (Cohen & Nitzany ١٩٦٦) .

التربية لمقاومة فيرس تبرقش الخيار

يصيب فيرس تبرقش الخيار cucumber mosaic virus (يكتب اختصاراً : CMV) نباتات الطماطم ، ويُحْدِث بها أعراضاً طفيفة على صورة تبرقش بالأوراق مع صغر فى حجمها . وقد ظهرت سلالة جديدة من الفيرس أطلق عليها اسم CMV satellite RNA ، تحدث أعراضاً شديدة عند إصابتها للطماطم ، وتؤدى إلى موت النباتات فى خلال ١٥ يوماً من الإصابة .

وقد وجد أن أحد سلالات النوع L. peruvianum الناتجة من التهجين :

L. peruvianum (P.I.126926 - A_1 - A_6) x L. peruvianum P.I.128648-6

كانت مقاومة جزئياً لفيرس الخيار ؛ حيث إنه تكاثر بها إلا أن أعراض الإصابة التى ظهرت عليها كانت أقل مما فى النباتات القابلة للإصابة . هذا إلا أن هذه السلالة قابلة للإصابة

بسلالة الفيرس CMVsatellite RNA بنفس درجة قابلية الطماطم للإصابة . كذلك اكتشفت المقاومة الجزئية لفيرس تبرقش الخيار فى النوع S. lycopersicoides ؛ حيث وجد أنه يصاب بالفيرس دون أن تظهر عليه أية أعراض . وتصاب نباتات هذا النوع – أيضاً – بسلالة الفيرس CMV satellite RNA غير أن الأعراض تظهر متأخرة ، وربما لا تؤدى الإصابة إلى موت النباتات كما هى الحال فى الطماطم (Jacquemond & Laterrot ١٩٨١) . ومن المعروف أن النوع S. lycopersicoides يتهجن بسهولة مع الطماطم ، إلا أن نباتات الجيل الأول تكون عقيمة بدرجة عالية .

التربية لمقاومة الأمراض النيماتودية

التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

أولاً : مصادر المقاومة

اختبر Bailey (١٩٤١) ٩٥ صنفاً تجارياً من الطماطم ، و ٤٢٠ سلالة من أنواع مختلفة من الجنس Lycopersicon ، ووجد أن جميع أصناف الطماطم والسلالات المختبرة من : L. esculentum ، و L. glandulosum ، و L. hirsutum ، و L. pimpinellifolium

كانت قابلة للإصابة ؛ إلا أنه وجدت المقاومة بدرجة عالية فى ١١ سلالة من النوع L. peruvianum من بين ٢٥ سلالة اختبرها الباحث من هذا النوع . كذلك وجد Alexander (١٩٥٩) المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى السلالة P.I.212407 من L. peruvianum .

وفى عام ١٩٤٤ .. قام P.G. Smith فى جامعة كاليفورنيا بإجراء التهجين الصعب :

L. esculentum cv.Michigan State Forcing x L. peruvianum P.I. 128657 ،

واستعان ببيئة صناعية لزراعة الأجنة الناتجة من التهجين ، وهى فى مرحلة مبكرة من نموها – لتجنب اندثارها ، وهو الأمر الذى يحدث إذا تركت الأجنة فى النسيج الأمى لثمار الطماطم . وقد حصل V.M. Watts بولاية أركنساه Arkansas على عقل من نباتات الجيل الأول لهذا الهجين النوعى ، واستخدمها فى إنتاج أول وثانى تلقيح رجعى إلى الطماطم ، مع استعمال الطماطم كأم ، ونشرت دراسته فى عام ١٩٤٧ . أرسلت أنسال

التلقيح الرجعى الثانى إلى محطة التجارب الزراعية فى هاواى ؛ حيث أجرى Frazier & Dennett تلقيحات رجعية إضافية إلى الطماطم ، ونشرت دراستهما فى عام ١٩٤٧ .

استمر برنامج التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور بعد ذلك بواسطة كل من Gilbert ومعاونيه فى هاواى ، و Smith فى كاليفورنيا مستخدمين السلالات التى أنتجها Frazier . ومع استمرار التلقيحات الرجعية وانتخاب النسب فى برنامجين مستقلين .. أنتج فى كاليفورنيا الصنف VFN 8 (واسمه الأصلى VFN 36-8) كأول صنف مقاوم للنيماتودا ، وتبعه – فى هاواى – الصنف أناهُوْ Anahu ، وعدد من السلالات الأخرى المقاومة . ترجع المقاومة فى كلا الصنفين إلى نبات واحد من نباتات الجيل الثانى للتلقيح النوعى الذى أجراه P.G. Smith ؛ وترجع إلى هذين الصنفين جميع مصادر المقاومة الحالية لنيماتودا تعقد الجذور فى أصناف الطماطم التجارية ؛ وعليه .. فإن المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور التى تتوفر –حاليا – فى عشرات من أصناف الطماطم التجارية ترجع – فى الأصل – إلى سلالة برية واحدة من النوع L. peruvianum هى : P.I.128657 (عن Hawaii Agr. Exp. Sta. ١٩٥٨ ، و Medina Filho & Stevens ١٩٨٠) .

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور – فى الوقت الحاضر – فى عديد من الأصناف التجارية ؛ بعضها صادقة التربية ، وأكثرها من الهجن . وقد أعطى Hadisoeganda & Sasser (١٩٨٢) بياناً بنتائج اختبار ٥٠ صنفاً من تلك المعروفة بمقاومتها لنيماتودا تعقد الجذور . كانت أغلب هذه الأصناف مقاومة لأنواع النيماتودا Meloidogyne incognita ، و M. javanica ، و M. arenaria ؛ إلا أن جميعها كانت قابلة للإصابة بالنوع M. hapla. كما قام Hassan وآخرون (١٩٨٠) ، و Desouki وآخرون (١٩٨٢) باختبار نحو ٤٠ صنفاً وسلالة من الطماطم المعروفة بمقاومتها لنيماتودا تعقد الجذور ، ووجدوا أن جميعها كانت مقاومة – تحت الظروف المصرية – لكل من M. incognita ، و M. javanica .

هذا . وقد تمكن Riggs & Winstead (١٩٥٩ أ) من إنتاج سلالات جديدة من النيماتودا قادرة على كسر المقاومة التى يوفرها الجين Mi . وقد وجد الباحثان أن عدوى النباتات المقاومة – بأى من ثلاثة أنواع مختلفة من النيماتودا – تؤدى إلى تكوّن أعداد قليلة من الثآليل الصغيرة على جذور النباتات ؛ وبإكثار النيماتودا التى كانت فى هذه الثآليل ..

تمكن الباحثان – في غضون ثلاثة أجيال نيماتودية – من الحصول على عشائر جديدة من كل نوع من أنواع النيماتودا الثلاثة ، كانت قادرة على إصابة النباتات الحاملة للجين Mi، فى حين أن العشائر الأصلية للنيماتودا لم يكن لديها تلك القدرة . هذا .. إلا أنه يبدو أن سلالات كهذه لاتتكون فى الظروف الطبيعية ؛ حيث لم تظهر سلالة واحدة من أى نوع من أنواع النيماتودا الثلاثة استطاعت كسر مقاومة الجين Mi منذ إدخاله فى الأصناف المقاومة وإلى وقتنا الحاضر .

ثانيا : وراثة المقاومة

أجريت عديد من الدراسات على وراثة المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور المتحصل عليها من L. peruvianum . ففى عام ١٩٤٦ وجد McFarlane وآخرون أن هذه المقاومة سائدة (عن Hawaii Agr. Exp. Sta. ١٩٥٨) . وفى العام التالى .. توصل Watts (١٩٤٧) إلى أن المقاومة للنوع M. incognita يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية السائدة . وفى عام ١٩٤٩ ذكر Frazier & Dunett أن المقاومة يتحكم فيها زوج واحد أو زوجان من العوامل السائدة (عنMedina - Filho & Stevens ١٩٨٠) . وقد تلا ذلك توصل Gilbert (١٩٥٦) ، و Gilbert & McGuire (١٩٥٦) إلى أن مقاومة نيماتودا تعقد الجذور يتحكم فيها زوج واحد سائد يوجد بالكروموسوم الرابع ، وقد أعطى هذا الجين الرمز Mi . وفى نفس العام توصل Barham & Sasser إلى نتائج مماثلة ؛ حيث ذكرا أن المقاومة لكل من M. incognita ، و M. incogita acrita ، و M. javanica ، و M. arenaria يتحكم فيها جين واحد سائد . إلا أن Barham & Winstead (١٩٥٧) عادا وأكدا أن المقاومة لهذه الأنواع من النيماتودا يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة . وفى نفس الوقت أكد Thompson & Smith (١٩٥٧) وجود جين واحد سائد يتحكم فى المقاومة للنيماتودا M. incognita acrita ، وربما – أيضاً – للنوع M. javanica ، واستبعدا – كلياً – أن يتحكم فى المقاومة زوجان من الجينات .

ولقد تأكدت نتائج الدراسات السابقة بدراسات أخرى حديثة نسبياً ؛ فلقد وجد Singh وآخرون (١٩٧٤) أن المقاومة فى كل من الأصناف VFN 8 ، و Nematex يتحكم فيها جين واحد سائد . وأكد Hernardez وآخرون (١٩٦٥) أن المقاومة للنيماتودا M. incognita

يتحكم فيها جين واحد سائد . كذلك وجد Kallo & Bhatti (١٩٧٨) أن المقـاومـة لـكل مــن M. incognita ، و M. javanica يتحكم فيها جين واحد سائد .

هـذا .. ومـن المتفق عليه الآن أن المقاومـة المتحصل عليـها مـن التلقـيح الأصلى مـع L. peruvianum يتحكم فيـها جين سـائد يقع فى المنطقة 35 cM من الكروموسوم السـادس (وليس الرابع كما ذكر سـابقاً) ، ويأخذ هذا الجين الرمز Mi ؛ نسبـة إلى نوع النيماتودا M. incognita ، الذى استخدم فى الاختبار الأصلى للمقاومة بواسطة Gilbert & McGuire (١٩٥٥) ، وأن هـذا الجيـن يتحـكم فى المقـاومة لـكل نـوع مـن الأنـواع M. incognita ، و M. javanica ، و M. arenaria ، إلا أنه لا يكسب النبـاتات مقاومـة للنوع M. hapla (عن Medina Filho & Stevens ١٩٨٠) . وقـد وجـد Kerr وآخرون (١٩٨٠) أن الجينين Mi ، و Cf-2 (الذى يتحكم فى المقاومة لفطر Cladosporum) يقعان عند الموقعين ٣٥ ، و ٤٣ على التوالى بالذراع الطويلة للكروموسوم السادس .

وبالرغم من كل ماتقدم بيـانه – من دراسات يؤكد بعضـها بعضـا – بخصـوص وراثة المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم .. فقد توصل آخرون إلى نظام مختلف – كلية – لوراثة المقـاومة . ففى عـام ١٩٧٣ توصل Sidhu & Webster إلى أن مقاومة نيماتودا تعقد الجـذور فى الطماطم يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية السـائدة ، وزوج ثالث متنح ، ورَمَزاَ إلى هذه الجينات بالرموز : LMi R_1 ، و LMi R_2 ، و $Lmir_3$. وقد أوضحـا أن الجين LMiR1 – الذى يوجد فى الصنف Nematex – يرتبط بشدة بالجين $LMiR_2$ ، الذى يوجـد فى الصنف Small Fry 1 ؛ حيث قدرت المسافة بينهما بنحو ٦٥ر٥ وحدة عبور. كما بين الباحثان أن الجين Mi – الذى يوجد فى الصنف Anahu – إما أن يكون هو ذاته الجين $LMiR_1$ ، وإما أن يكون آليلاً له فى نفس الموقع . هذا .. إلا أنـهما لم يتوصـلا إلى أية علاقـة تربط بين الجين $LMir_3$ – الذى يوجـد فى الصنف Cold Set 1 – وجينات المقاومة الأخرى ؛ وعللا ذلك باحتمال وجود عوامل ستوبلازمية ، أو بتأثير درجة الحرارة فى فاعلية هذا الجين .

وفى دراسة أخرى .. اكتشف الباحثان آليلاً آخر للجين $LMiR_1$ هو LMi $R_1$1 ، وذكرا

أنه المسئول عن المقاومة الجزئية للنيماتودا فى الصنف Rutgers ، ولم يستبعدا أن يكون هذا الآليل مماثلاً للآليل الأصلى $LMiR_1$ ، مع اختلاف تأثيره فى الخلفيات الوراثية المختلفة (عن Sidhu & Webster ١٩٨١) . ومن ناحية أخرى لقح Fatunla & Salu (١٩٧٧) الصنف Ife 1 القابل للإصابة مع الصنفين المقاومين Rossol ، و Nematex ، واستدلا من دراستهما على أن المقاومة - فى كل منهما - يتحكم فيها جين واحد . وبتلقيح الصنفين المقاومين معاً .. انعزلت فى الجيل الثانى نباتات قابلة للإصابة بنسبة $\frac{١}{١٦}$. ، واستنتجا من ذلك اختلاف الجين المسئول عن المقاومة فى الصنفين .

ثالثاً : طرق التقييم للمقاومة

تعتمد طرق التقييم الشائعة لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور على الفحص المباشر للجذور المصابة فى النباتات الصغيرة النامية فى تربة ملوثة - بشدة - بالنيماتودا . تزرع البذور فى التربة المصابة مباشرة ، أو قد تزرع أولا فى تربة معقمة ، ثم تشتل النباتات الصغيرة فى التربة المصابة .

ويلزم - لكى يكون التقييم دقيقاً - أن يتضمن الاختبار أصنافاً معروفة بمقاومتها ، وأخرى تعرف بقابليتها للإصابة لمقارنة الأصناف المختبرة بها . ويظهر فى غضون ٣ - ٨ أسابيع من بدء الاختبار (حسب درجة الحرارة) عدد كبير من العقد على جذور النباتات القابلة للإصابة ، بينما تكون جذور النباتات المقاومة خالية من تلك الأعراض . تقلع النباتات حين التأكد من ظهور الإصابة على نباتات المقارنة القابلة للإصابة ، وتغسل جذورها ، ثم تفحص ، وتقسم إلى درجات حسب شدة الإصابة . تكون النباتات الأصيلة فى صفة المقاومة خالية - غالباً - من أية أعراض ، بينما قد تظهر عقد قليلة الحجم والعدد على جذور النباتات الخليطة فى صفة المقاومة . أما النباتات القابلة للإصابة .. فتظهر بجذورها عقد أكثر عددا وأكبر حجما .

وتُحدث العدوى بنيماتودا تعقد الجذور - عادة - إما بخلط تربة الزراعة بكمية من الجذور المصابة بعد تقطعيها إلى أجزاء صغيرة (Abdel - Al & Hassan ١٩٦٥) ، وإما بإضافة عدد معلوم من بيض ويرقات النيماتودا لكل إناء (أصيص أو حوض زراعة) من تلك المستخدمة فى الزراعة (Hassan وآخرون ١٩٨٠) .

ومن الأهمية بمكان التحكم فى درجة الحرارة التى يجرى عليها الاختبار ؛ لما لذلك من تأثير فى شدة الإصابة . وتتراوح أفضل درجة حرارة لذلك من ٢٢ – ٢٥°م ؛ ففى هذا المجال الحرارى تظهر أعراض الإصابة فى غضون ٤-٦ أسابيع . وتطول المدة عن ذلك بانخفاض درجة الحرارة عن ٢٢°م إلى أن تتوقف الإصابة تماماً فى حرارة ١٠ – ١٢°م ، كما تقصر المدة عن ذلك بارتفاع درجة الحرارة عن ٢٥°م . إلا أن ارتفاعها إلى درجة حرارة ثابتة مقدارها ٣٠°م ، أو أعلى من ذلك يؤدى إلى كسر المقاومة وإصابة النباتات المقاومة والقابلة للإصابة على حد سواء (Holtzman ١٩٦٥) .

وقد حدث تقدم كبير فى طريقة التقييم لنيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم بعد أن قام Rick & Fobes عام ١٩٧٤ بدراسة الإنزيمات المتشابة isoenzymes التى توجد فى الطماطم ، وفصلها بطريقة الـ starch gel electrophoresis .

وقد تبين لهما أن صنف الطماطم VFN 8 وخمسة أصناف أخرى مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور – تختلف عن بقية الأصناف المختبرة – التى كانت قابلة للإصابة بالنيماتودا – فى الأيزو إنزيمات الخاصة بالـ acid phosphate ؛ فكانت الأصناف القابلة للإصابة تحمل الأليل $Aps\text{-}1^+$ ، بينما احتوت الأصناف المقاومة على الأليل $Aps\text{-}1^1$. هذا .. مع العلم بأن الأليل الأخير لم يكن معروفاً قبل ذلك إلا فى النوع البرى L. peruvianum . وبتلقيح نبات مقاوم للنيماتودا ذى تركيب وراثى $Aps\text{-}1^1\ Aps\text{-}1^1$ مع نبات آخر قابل للإصابة ذى تركيب وراثى $Aps\text{-}1^+\ Aps\text{-}1^+$ .. انعزل الجيل الثانى ++ ، و 1+ ، و 11 بنسبة ١٦ : ١٩ : ١٠ على التوالى ، وكانت النباتات ذات التركيب الوراثى ++ وحدها هى القابلة للإصابة بالنيماتودا ؛ لذا .. افترِضَ وجود علاقة بين الأليل $Aps\text{-}1^1$ والمقاومة ؛ مردها إما إلى وجود تأثير متعدد للجين ، وإما لوجود ارتباط وثيق بين هذا الجين و الجين المسئول عن المقاومة . ولكن استبعد الاحتمال الأول (أن يكون الأليل $Aps\text{-}1^1$ ذا تأثير متعدد) بعد اكتشاف وجود الأليل $Aps\text{-}1^+$ فى بعض النباتات المقاومة ؛ وبذا .. تأكد أن العلاقة ليست سوى ارتباط وثيق بين الجين $Aps\text{-}1^1$ ، والجين Mi المسئول عن المقاومة للنيماتودا .

وتدل المشاهدات على أن هذا الارتباط لابد أن يكون وثيقاً ؛ لأن الجينين انتقلا معاً من النوع البرى L. peruvianum إلى الصنف VFN 8 ، ثم إلى الأصناف الأخرى المقاومة

للنيماتودا التى أنتجت بعده ، برغم إجراء عديد من التلقيحات الرجعية . إلا أن الجين $Aps\text{-}1^1$ لا يوجد إلا فى الأصناف التى حصلت على مقاومتها من الصنف VFN 8 ، بينما يوجد الجين $APS\text{-}1^+$ فى الصنف Anahu وجميع الأصناف التى حصلت على مقاومتها منه ؛ مما يدل على أن العبور حدث فى الأجيال المبكرة أثناء إنتاج الصنف Anahu . وعندما لقح الصنفان المقاومان Short Red Cherry (و تركيبه الوراثى $Aps\text{-}1^1$ $Aps\text{-}1^1$) مع الصنف Nematex (وتركيبه الوراثى $Aps\text{-}1^+$ $Aps\text{-}1^+$) .. كانت جميع نباتات الجيل الثانى مقاومة للنيماتودا ، بينما انعزلت بالنسبة للموقع الجينى Aps-1 الأمر الذى يفيد اشتراكهما فى نفس جين المقاومة .

ولكى يمكن الاستفادة من هذا الارتباط الشديد بين جين المقاومة Mi ، والجين Aps-1 .. فإن النباتات – التى تستخدم كمصدر للمقاومة – يجب أن يكون تركيبها الوراثى $Aps\text{-}1^1$ $Aps\text{-}1^1$. يتوفر هذا التركيب الوراثى فى الصنف VFN 8 ، والأصناف الأخرى التى حصلت على مقاومتها منه . يجرى التقييم بسهولة كبيرة ؛ بالاستعانة بطريقة الفصل الكهربائى electrophoresis التى يمكن بواسطتها تمييز التراكيب الوراثية $Aps\text{-}1^1$ $Aps\text{-}1^1$ ، و $Aps\text{-}1^+$ $Aps\text{-}1^1$ ، و $Aps\text{-}1^+$ $Aps\text{-}1^+$ عن بعضها البعض ، وهى التى تكون – على التوالى – مقاومة أصيلة ، ومقاومة خليطة ، وقابلة للإصابة أصيلة ؛ بسبب الارتباط الشديد بين الجينين Mi ، و $Aps\text{-}1^1$ (شكل ٤-٢) . يستخدم للاختبار أى جزء من أنسجة النباتات المختبرة ، وإن كان التقييم يجرى – عادة – على بادرات عمرها ثلاثة أسابيع . يعمل الفصل الكهربائى على تمييز الأيزو إنزيمات isozymes التى يتحكم فى إنتاجها الأليلان $Aps\text{-}1^1$ ، و $Aps\text{-}1^+$.

تتميز هذه الطريقة – لتقييم نيماتودا تعقد الجذور – بمايلى :

١ – التوفير فى الوقت والجهد .

٢ – لا يلزم إجراء اختبار النسل للتمييز بين النباتات المقاومة الأصيلة والمقاومة الخليطة؛ نظراً لأن الاختبار يميز بينهما مباشرة .

٣ – يمكن انتخاب النباتات المقاومة فى طور البادرة ، ثم شتلها فى الحقل لتقييم الصفات البستانية ، وهو ما يصعب تحقيقه عند التقييم للمقاومة بالطريقة العادية .

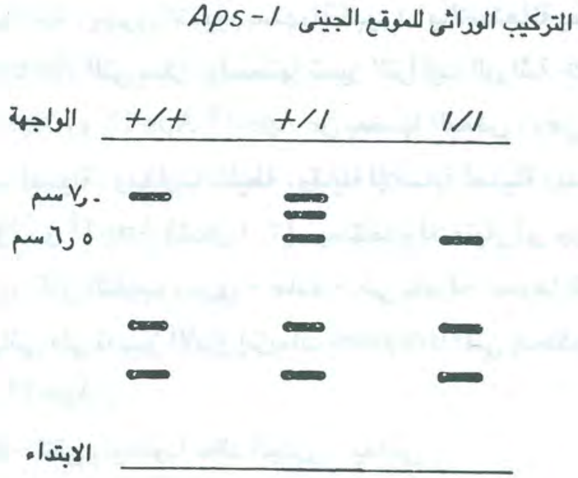
٤ – يمكن تقييم النباتات للمقاومة فى أى وقت ، وفى أية مرحلة للنمو من بداية الإنبات

وحتى الحصاد . كما يمكن إجراء التقييم على عينات الأوراق المجمدة ، وعلى المتوك الجافة للنباتات التى تؤخذ منها البنور .

٥ – يمكن إجراء الاختبار بسرعة على نباتات عمرها ثلاثة أسابيع ، مع الحصول على نتائج مؤكدة ، بينما يلزم مرور من ٦ – ١٠ أسابيع ليمكن إجراء الاختبار بالطريقة العادية ، مع احتمال فقد بعض النباتات بسبب الإصابة بالذبول الطرى ، وإفلات البعض الآخر من الإصابة بالنيماتودا .

٦ – يمكن لشخص واحد تقييم نحو ١٤٠ نباتاً يومياً .

٧ – يمكن التعاون بين موقعين بحثيين ؛ بإجراء اختبار المقاومة بهذه الطريقة فى أحدهما، وتقييم النباتات المنتخبة للصفات البستانية فى الموقع الآخر .



شكل (٤ – ٢) : طرز الـ banding عند الفصل الكهربائى electrophoresis للتراكيب الوراثية الأصيلة والخليطة فى موقع الـ Aps-1 . الواجهة على مسافة ٥ر٨ سم . مسافة الارتحال مبينة على اليسار . النطاقان (الشريطان) السفليان خاصان بمواقع جينية أخرى (عن Medina Filho & Stevens ١٩٨٠) .

هذا .. ويعطى Medina Filho & Stevens (١٩٨٠) التفاصيل العملية لتقييم مقاومة

النيماتودا بهذه الطريقة ، مع استعمال الـ starch gel electrophoresis .

رابعاً : طبيعة المقاومة

وجد Riggs & Winstead (١٩٥٩) أن يرقات النيماتودا يمكنها اختراق جذور النباتات المقاومة ، إلا أن الخلايا المصابة سريعاً ما تموت لفرط حساسيتها ؛ وبذا .. تجد اليرقة نفسها محاطة بنسيج متحلل ؛ فلا تلبث أن تموت هى الأخرى . ويبدو أن حالة فرط الحساسية – هذه – تنشأ تحت تأثير السموم التى تفرزها النيماتودا (Barham & Win-stead ١٩٥٧) . وتكون النتيجة النهائية لحالة فرط الحساسية عدم قدرة النيماتودا على النشاط والنمو لانحصارها داخل خلايا متحللة (Hung &Rohde ١٩٧٣) .

وبمقارنة الجذور بمقاومة السويقة الجنينية العليا فى الصنف Nematex عند درجة حرارة ٢٨ – ٣٣°م (وهو المدى الذى تفقد فيه النباتات المقاومة مقاومتها وتصاب بالنيماتودا) .. وجد Dropkin (١٩٦٩) أن مقاومة السويقة الجنينية العليا كانت أعلى بكثير من مقاومة الجذور ؛ حيث لم يخترقها سوى ٨ – ١٥٪ من اليرقات ، ولم ينمُ بداخلها سوى عدد قليل منها .

وقد وجدت علاقة مباشرة بين المقاومة للنيماتودا M. incognita ومحتوى جذور النباتات من مركب التوماتين tomatine . وتراوح الحد الأدنى اللازم من التوماتين – لكى يكون النبات مقاوماً – من ٨ر٣ – ١ر٦ مجم / جم وزناً جافاً . وتراوح محتوى جذور الأصناف العالية المقاومة من التوماتين من ٩ر١٠ – ٤ر١٢ مجم / جم وزناً جافاً . كذلك كانت الأصناف العالية المقاومة مرتفعة فى نشاط إنزيمات الكاتاليز Catalase ، و والبيروكسيديز Peroxi-dase ، والبولى فينول أوكسيديز polyphenoloxidase ، وهى الإنزيمات التى يعتقد أن لها دوراً في تمثيل التوماتين (Okopnyi & Sadykin ١٩٧٧) .

وتأكيداً لذلك .. وجد Cantliffe (١٩٨١) تناسباً طردياً بين درجة مقاومة النيماتودا ومحتوى النبات من الفينولات ؛ فكان أعلى مستوى من الفينولات فى صنف من الطماطم وسلالة من L. peruvianum المنيعتين ضد الإصابة بالنيماتودا ، ثم تدرج مستوى الفينولات بالنقصان فى أصناف الطماطم المقاومة ؛ فالأصناف التى تتحمل الإصابة ،

فالأصناف القابلة للإصابة . كما توصل Wehner & Gritton (١٩٨١) إلى أن حامض الكلوروجنيك Chlorogenic acid – الذى يعد من أهم المركبات الفينولية التى توجد طبيعياً فى جذور الطماطم – يتركز فى الإندوبرمز . وقد كان أعلى تركيز له فى الصنف المقاوم نيمارد Nemared ، ثم فى الصنف المتوسط المقاومة Hawaii 7153 ، ثم السلالة القابلة للإصابة B5 .

كذلك وجد Gangully & Dasgupta (١٩٨٠) زيادة فى نشاط إنزيمى الـ peroxidase، و الـ IAA - oxidase عقب العدوى بالنيماتودا ، وكانت الزيادة فى الصنف المقاوم SL20 أكبر مما فى الصنف القابل للإصابة Pusa Ruby .

وقد أجريت – أيضاً – دراسات على علاقة المقاومة للنيماتودا بمنظمات النمو ، فوجد Dropkin وآخرون (١٩٦٩) أن معاملة نباتات الطماطم من الصنف المقاوم Nematex بالكاينتين وبعض السيتوكينينات الأخرى أفقدها المقاومة للنيماتودا M. incognita acrita، وصاحب ذلك فقدها – أيضاً – لخاصية فرط الحساسية المسئولة عن المقاومة .

كما توصل Staden & Dinalla (١٩٧٧) إلى أن الجذور السليمة من نباتات الطماطم القابلة للإصابة تحتوى على كميات من السيتوكينينات الطبيعية أكبر من الجذور السليمة للنباتات المقاومة ، ويزداد محتوى الجذور من السيتوكينينات – فى كلاً الصنفين – عند عدواها بالنيماتودا ، وهو ما يعضد الرأى القائل بأن السيتوكينينات ربما كانت أحد العوامل الهامة التى تتحكم فى تكوين الخلايا العملاقة giant cells ، التى يعد وجودها ضرورياً لتطفل النيماتودا .

خامساً : تأثير درجة الحرارة على المقاومة

أوضح الكثيرون أن المقاومة الوراثية لنيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم تفقد فى درجات الحرارة العالية ، فوجد Holtzman (١٩٦٥) أن النباتات التى انتخبت للمقاومة فى درجة حرارة أقل من ٣٠°م كانت قابلة للإصابة فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك . كما درس Dropkin (١٩٦٩) تأثير درجة الحرارة على مقاومة الصنف Nematex ، ووجد أن نسبة يرقات النيماتودا التى اخترقت الجذور كانت ٢ ٪ فقط فى درجتى ٢٥ ، و ٢٨°م ، وأن

٩٠ ٪ من اليرقات التى اخترقت الجذور أحيطت بخلايا متحللة خلال ساعات قليلة من اختراقها للجذر ؛ نتيجة فرط حساسية العائل إزاءها ، بينما ازدادت نسبة اليرقات التى اخترقت الجذور فى درجة ٣٣°م إلى ٨٧٪ ، وانخفضت بشدة نسبة اليرقات التى أحيطت بخلايا متحللة عقب اختراقها للجذور . وقد حصل الباحث على هذه النتيجة مع كل من ثلاثة أنواع من النيماتودا استخدمها فى الدراسة ، وهى M. javanica ، و M. incognita acrita ، و M. arenaria thamesi . وبالمقارنة .. فلم يكن لدرجة الحرارة أية تأثيرات على نسبة اليرقات التى أمكنها الاستمرار فى النمو بعد اختراق جذور الصنف القابل للإصابة إنتربرايز Enterprise ؛ حيث كانت هذه النسبة ٧٧ ٪ فى حرارة ٢٥°م ، و ٧٥ ٪ فى حرارة ٢٨°م ، و ٨١ ٪ فى حرارة ٣٢°م .

وتتحدد المقاومة أو القابلية للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور خلال الـ ٢٤ - ٤٨ ساعة الأولى من اختراق اليرقات للجذور ، ولا يكون لدرجة الحرارة تأثير فى المقاومة بعد ذلك . يتبين ذلك من نتائج دراسة أجريت على نباتات الصنف المقاوم نيماتكس Nematex ، وهذه النتائج هى :

أ - بتعريض النباتات ليرقات النيماتودا لمدة خمسة أيام فى درجة حرارة ٢٨°م لم يستمر نمو أى من اليرقات التى اخترقت الجذور .

ب - بتعريض النباتات ليرقات النيماتودا المدة يوم واحد فى درجة حرارة ٢٨°م ، ثم لمدة أربعة أيام في حرارة ٣٢°م .. فإن ٣٠٪ من اليرقات التى اخترقت الجذور فى اليوم الأول أمكنها النمو خلال الأيام التالية .

جـ - بتعريض النباتات ليرقات النيماتودا لمدة يوم واحد فى حرارة ٣٢°م ، ثم لمدة أربعة أيام - فى غياب النيماتودا - فى حرارة ٢٨°م .. فإن ٣٣ ٪ من اليرقات التى اخترقت الجذور فى اليوم الأول أمكنها النمو فى الأيام التالية .

د - بتعريض النباتات ليرقات النيماتودا لمدة يومين فى حرارة ٣٢°م ، ثم لمدة ثلاثة أيام - فى غياب النيماتودا - فى حرارة ٢٨°م .. فإن ٥٠ ٪ من اليرقات التى اخترقت الجذور خلال اليومين الأول والثانى أمكنها النمو فى الأيام التالية .

هـ - بتعريض النباتات للنيماتودا لمدة ٢ - ٣ أيام فى حرارة ٣٢°م ، ثم لمدة شهر - فى غياب النيماتودا - فى حرارة ٢٧°م .. تكونت ثآليل كثيرة ، وظهر جيل جديد من بيض النيماتودا .

وقد أوضحت دراسة لاحقة(Brueske & Dropkin ١٩٧٣) وجود ارتباط بين درجة الحرارة ومحتوى الجذور من الفينولات الحرة فى الصنف المقاوم Nematex ؛ ففى حرارة ٢٧°م (وهى الدرجة التى تحتفظ فيها النباتات المقاومة للنيماتودا بمقاومتها) تتكون مناطق بنية متحللة فى مواضع اختراق اليرقات للجذور ، بينما يقل ذلك التحلل بشدة - وربما لا يحدث - فى حرارة ٣٢°م (وهى الدرجة التى تفقد فيها المقاومة) . وتبين لدى مقارنة الفينولات فى جذور بادرات عرضت أو لم تعرض للنيماتودا فى درجتى حرارة ٢٧°م ، و٣٢°م أن مستوى الفينولات الحرة انخفض بشدة فى حرارة ٢٧°م ، وكان الانخفاض فى البادرات التى تعرضت للنيماتودا بدرجة أكبر مما فى البادرات السليمة . أما فى حرارة ٣٢°م .. فإن النقص فى محتوى الجذور من الفينولات الحرة كان أكثر تأثراً بهذا الارتفاع فى درجة الحرارة منه بالإصابة . كما لوحظت زيادة فى نشاط إنزيم الفينوليز Phenolase فى كل من الجذور المقاومة المعدية بالنيماتودا فى حرارة ٢٧°م ، والجذور القابلة للإصابة المعدية وغير المعدية فى حرارة ٣٢°م ، بينما لم تحدث أية زيادة فى نشاط الإنزيم فى الجذور المقاومة غير المعدية في حرارة ٢٧°م .

ويذكر Ammati وآخرون (١٩٨٥ ، و ١٩٨٦) أن السلالة P.I.128657 من النوع L. peruvianum هى المصدر الأصلى للجين Mi المسئول عن مقاومة كل من M. incognita ، و M. javanica ، و M. arenaria ، وأن هذا الجين قد نقل إلى الصنف VFN 8 ، ثم إلى جميع الأصناف التى اشتقت مقاومتها منه بعد ذلك . وقد وجد الباحثون أن مستوى تكاثر السلالة رقم ١ من نوع النيماتودا M. incognita لم يختلف فى كل من الصنف VFN 8 والسلالة البرية P.I. 128657 - سواء أجرى الاختبار على حرارة ٢٥ ، أم على ٣٢°م - مما يدل على أن الخلفية الوراثية للطماطم لم تؤثر فى المقاومة . كما كانت كل من السلالة البرية والصنف مقاومين للنيماتودا فى حرارة ٢٥°م ، إلا أنهما كانا قابلين للإصابة فى حرارة ٣٢°م . كذلك وجد الباحثون أن السلالة رقم P.I.126443 من النوع L. glandulosum ، والسلالة رقم P.I.270435 من النوع L. peruvianum (وكلتاهما

مقاومة لكل من M. hapla ، و M. incognita) ، والسلالتين رقما P.I.129152 ، و LA 2157 من النوع L. peruvianum (وكلتاهما مقاومتان للنيماتودا M. incognita فقط) كانت – جميعها – على درجة عالية من المقاومة للسلالة رقم ١ من M. incognita فى كل من درجتى الحرارة ٢٥ ، و٣٢°م . كذلك وجد الباحثون أن السلالتين الخضريتين 1-MH ، و5-MH المكثرتين من السلالة P.I. 126440 للنوع L. glandulosum – والمقاومتين للنوع M. hapla كانتا متوسطتىْ القابلية للإصابة بالنوع M. javanica فى درجة حرارة ٢٥°م ، وشديدتىْ القابلية للإصـابة فى حرارة ٣٢°م . وتدل هذه النتائج على وجود جين أو جينات أخرى غير الجـين Mi ، تكسب النباتات مقاومة للنيماتودا في الحرارة العالية .

التربية لمقاومة النيماتودا الكلوية

تتوفر المقاومة للنيماتودا الكلوية Reinform Nematode بدرجة عالية فى السلالة P.I.375937 للنوع L. pimpinellifolium . كما ذكر – فى مصر – أن الصنف VFN 8 على درجة متوسطة من المقاومة (عن Valdez ١٩٧٩) .

التربية لمقاومة النباتات الزهرية المتطفلة

التربية لمقاومة الهالوك

قام Abu Gharbieh وآخرون (١٩٧٨) فى الأردن باختبار ١٠١ صنف وسلالة من الطماطم لمقاومة نوع الهالوك Orobanche ramosa ، ووجدا أنها – جميعاً – كانت غير مقاومة ، ولا تتحمل الإصابة ، إلا أن ثمانية أصناف منها أظهرت قدراً يسيراً من القدرة على تحمل الإصابة . وكان Avdev & Shcherbinin (١٩٧٥) . قد اختبرا أكثر من ١٠٠ صنف وسلالة من الطماطم والأنواع البرية القريبة ، ووجدا درجة عالية من المقاومة لنوع الهالوك O. aegyptiaca فى سلالة الطماطم 1-43 . كما قيم Hassan & Abdel-Ati (١٩٨٦) – فى مصر – ٢٧ صنفاً تجارياً من الطماطم ، و ٢٤ سلالة من خمسة أنواع برية من الجنس Lycopersicon تحت ظروف الإصابة الطبيعية فى حقل موبوء بشدة بالهالوك . وقد أصيبت بشدة – فى هذه الدراسة - جميع الأصناف والسلالات المختبرة ، فيما عدا السلالة LA 716 من L. pennellii (ولكن لا تعد نتائج هذه السلالة مؤكدة ؛ لأنه لم يتبق

منها للتقييم سوى نبات واحد) هذا .. بينما أظهرت بعض السلالات المختبرة قدرة على تحمل الإصابة الشديدة ، وهى السلالات : LA 386 LA 1361 ، و LA 1363 ، و LA 1777 من النوع L. hirsutum ، و LA 1283 من النوع L. peruvianum ، و LA1256، و LA 1690 من L. pimpinellifolium . وكان قد ظهر بالحقل التجريبى ثلاثة أنواع من الهالوك؛ هى : O. crenata ، و O. minor ، و O. ramosa .كذلك اختبر Kasrawi & Abu-Rmaileh (١٩٨٩) ٢٧ سلالة من أربعة أنواع من الجنس Lycopersicon ووجدا أعلى مستويات للمقاومة فى السلالات : LA 372 ، و LA 1333 من L. peruvianum ، و LA1 380 ، و LA 1599 ، و LA 1478 من L. pimpinellifolium ، وLA 1311 ، وLA 1228 ، و LA 1268 من L. esculentum var. cerasiforme .

وفى محاولة لدراسة وراثة المقاومة للهالوك هجّن Avdev & Shcherbinin (١٩٧٥) نباتات على درجة عالية من المقاومة لنوع الهالوك D. aegyptiaca منتخبة من سلالة الطماطم المقاومة 1- 43 مع نباتات قابلة للإصابة ، وتوصلا إلى أن المقاومة سائدة أو سائدة فائقة over - dominant ، ويتحكم فيها من ٢ –٣ أزواج من الجينات الرئيسية ، و ٢ – ٤ أزواج من الجينات الإضافية ، مع تأثر جينات المقاومة – أحيانا – بجينات أخرى محورة .

التربية لمقاومة الحشرات والأكاروسات

التربية لمقاومة المن

تتوفر المقاومة لمن البطاطس (Macrosiphum euphorbiae) فى بعض السلالات البرية من الجنس Lycopersicon – خاصة فى النوع L. pennellii – وقد حاول Quiros وآخرون (١٩٧٧) دراسة العلاقة بين المقاومة وعدد من الصفات فى الطماطم والأنواع البرية القريبة ، وتوصلوا إلى مايلى :

١ – لم توجد أية علاقة بين المقاومة والمركبات القابلة للتطاير ؛ حيث وجدت نفس المركبات فى النموات الخضرية لكل من النباتات المقاومة والنباتات القابلة للإصابة ، وبرغم اختلافهما كمياً فى محتواهما من هذه المركبات .. إلا أن ذلك لم يكن له أية علاقة

بالمقاومة أيضاً .

٢ – لم يكن لشعيرات البشرة غير الغدية أى تأثير على درجة تعلق المن بالأوراق العادية غير الكثيفة الشعيرات ، ولم يكن لوجود الشعيرات Pubescence فى النباتات العادية أى دور فى المقاومة إلا أن زيادة طول وكثافة الشعيرات قلل من تغذية الحشرة تحت ظروف الحقل ؛ حيث تجنب المن التغذية على طفرة كثيفة الشعر Ln - Wo ، وعلى النوع البرى L. hirsutum ، ولكن المن تمكن من التغذية عليهما تحت ظروف المختبر .

٣ – لم يكن الانثوسيانين بالمجموع الخضرى عائقاً أمام تغذية المن .

٤ – لم تلاحظ أية عوائق تشريحية فى طريق تغذية الحشرة حتى اللحاء فى النوع L. hirsutum ، غير أن طبقة القشرة – فى الساق – قد تمنع وصول الحشرة إلى الأنسجة الوعائية .

٥ – احتوت النباتات القابلة للإصابة – مقارنة بالنباتات المقاومة – على كميات أكبر من السيليلوز ، وكميات أقل من حامض الكونيك quinic acid ، والألانين alanine ، والتيروزين tyrosine مع اتجاه نحو زيادة فى محتواها العام من الأحماض الأمينية الحرة ، كما كانت – أى النباتات القابلة للإصابة – فريدة كمصدر لـ . O-phosphoethanol.

هذا .. وقد أوضحت دراسات Goffreda ومعاونيه أن مقاومة النوع L. pennellii لمن البطاطس مردها إلى وجود مركبات إسترات الجلوكوز (2,3,4 - tri - O - acylglu-coses) فى إفرازات الشعيرات المعروفة بطراز IV التى توجد بهذا النوع .

وقد وجد – تحت ظروف المختبر – أن إسترات الجلوكوز النقية تعيق الحشرة عند وجودها على سطح الأوراق بتركيز ٢٥ ميكروجراماً سم٢ ، وتمنع تغذيتها نهائياً إذا وجدت بتركيز ١٠٠ ميكروجرام / سم٢ . ومن المعروف أن هذا الطراز من الشعيرات الغدية لا يوجد فى الطماطم .

وبرغم أن صفة وجود هذه الشعيرات بسيطة ويتحكم فيها جينان سائدان (يكفى أى منهما لظهور الصفة فى الجيل الأول) .. إلا أن وراثة تمثيل وتراكم مركبات إسترات

الجلوكوز تبدو أكثر تعقيداً ؛ حيث تقوم الهجن النوعية بين L. pennellii والطماطم بتمثيل إسترات جلوكوز تختلف فى محتواها من الأحماض الدهنية عما فى النوع البرى المقاوم .

وتوضح الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن أن الانتخاب لصفة تراكم إسترات الجلوكوز بالأوراق يعد أفضل وسيلة للتربية للمقاومة (Goffreda وآخرون ١٩٩٠) .

التربية لمقاومة صانعات الأنفاق بالأوراق

اختبر webb وآخرون (١٩٧١) عدداً من أصناف وسلالات الطماطم والأنواع البرية القريبة منها لمقاومة نافقات الأوراق leaf miners من النوع Liriomyza munda . وتوصلوا إلى النتائج التالية :

١ – كان الصنف VF 145 - B-7879 غير مفضل لتغذية الحشرة تحت ظروف الحقل.

٢ – كانت بعض سلالات النوع L. esculentum غير مفضلة لتغذية الحشرة البالغة ، أو ضارة بنمو وتطور اليرقات ، أو لها التأثيران معاً .

٣ – كانت جميع السلالات المختبرة من النوع L. hirsutum وطرازه ذات الأوراق الملساء L. hirsutum f. glabratum منيعة تماماً ضد الحشرة فى كل من اختبارى الصوبة والحقل .

٤ – أظهرت السلالات المختبرة من النوع L. pimpinellifolium مستوى مرتفعاً من الإضرار بنمو وتطور الحشرة (antibiosis) فى اختبارات الصوبة ، إلا أن النتائج لم تكن مشجعة تحت ظروف الحقل .

٥ – كانت جميع السلالات المختبرة من النوعين L. peruvianum var. dentatum ، و L. glandulosum قابلة للإصابة .

وفى دراسة أخرى .. وجد Laterrot وآخرون (١٩٨٧) مناعة ضد صانعات الأنفاق بالأوراق من النوع Liriomyza trifolii فى السلالة LA 1401 من النوع L.cheesmanii، ومستويات متوسطة من المقاومة فى كل من طفرة الطماطم الكثيفة الشعيرات LnG بالصنف فلوراديد Floradade ، والسلالة Clayberg من L. pennellii ، والسلالات P.I. 126449، و P.I. 134417 ، و P.I. 247087 ، و (line H2) P.I. 129157 من L.hirsutum

f.glabratum ، والسلالة B من L. hirsutum.

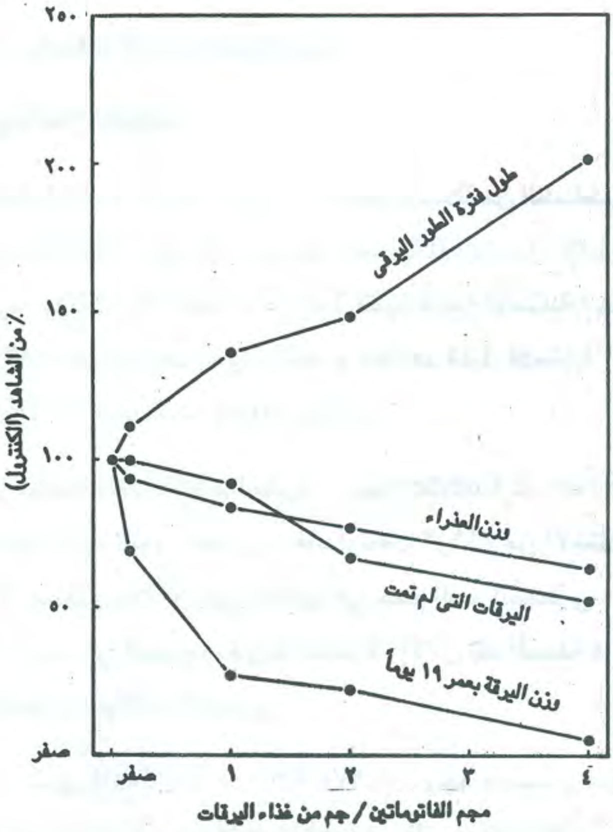
المقاومة لدودة ثمار الطماطم

اختبر Fery & Cuthbert (١٩٧٤) ١٠٣٠ صنفاً وسلالة من الطماطم لمقاومة دودة ثمار الطماطم (Helioths zea) ، ووجدا أن جميعها كانت قابلة للإصابة ، إلا أن بعضها كان أقل إصابة من غيره . وقد كان الصنف Tiny Tim أقلها قابلية للإصابة ؛ حيث كانت إصابته تقل بمقدار ٨٣٫١ ٪ عن الصنف الذى استخدم كشاهد قابل للإصابة ، وبمقدار ٥٧٫٦ ٪ عن السلالة TF-2 التى استخدمت كشاهد للمقاومة .

وفيما يتعلق بطبيعة المقاومة لهذه الحشرة .. وجد Fery & Cuthbert (١٩٧٣) ارتباطاً سالباً بين المقاومة وحجم النمو الخضرى ؛ فقد أرجعت ٦١٫٢٪ من الاختلافات – فى مقاومة الحشرة بين ٢٢ صنفاً وسلالة – إلى اختلافها فى حجم النمو الخضرى . كما وجدا – كذلك – ارتباطاً بين التبكير فى النضج ومقاومة الحشرة ، إلا أن تلك الصفة كانت – هى الأخرى – على علاقة وثيقة بحجم النمو الخضرى .

وفى دراسة أخرى (Fery & Cuthbert ١٩٧٥) .. وجد الباحثان مركباً ذا تأثير قوى مضاد لنمو وتطور الحشرة highly antibotic فى النوع L. hirsutum وطرازه الأملس L. hirsutum f. glabratum ، وتمكنا من استخلاص هذا المركب فى الإيثانول وإثبات سميته للحشرة فى بيئة صناعية . وقد ورثت تلك المادة كصفة متنحية .

وقد أوضحت دراسات تغذية الحشرة (Stevens ١٩٧٩ ب) أن لمركب الألفا التوماتين alpha - tomatine تأثيراً مؤكداً مضاداً لنمو وتطور اليرقة ؛ حيث تؤدى زيادة تركيز المركب فى غذاء الحشرة إلى زيادة نسبة معدلات موتها وزيادة الفترة اللازمة لإكمال دورة حياتها ، مع نقص فى حجم اليرقة والعذراء والحشرة الكاملة (شكل ٤–٣) . ويعد ذلك أمراً جيداً بالنسبة للتربية لمقاومة الحشرة ؛ نظراً لأن هذا المركب يختفى فى الثمار الحمراء الناضجة .



شكل (٤-٣) : تأثير تركيز مركب الألفاتوماتين alpha - tomatie فى غذاء دودة ثمار الطماطم على خصائص نموها .

كذلك . أوضح Isman & Duffey (١٩٨٢) أن المستخلصات الفينولية شبه النقية من النموات الخضرية للطماطم تثبط من نمو دودة ثمار الطماطم عند إضافتها إلى البيئة الصناعية التى تتغذى عليها الحشرة ، وتناسبت درجة تثبيط النمو - طردياً - مع تركيز هذه الفينولات . وقد تشابه التأثير المثبط لهذه الفينولات مع تأثير أى من حامض الكلوروجنك Chlorogenic acid ، أو الريوتين rutin النقيين ، وهما من أهم المركبات الفينولية التى توجد فى النموات الخضرية للطماطم .

التربية لمقاومة دودة التبغ

يعد الطراز f. glabratum من النوع البرى L. hirsutum شديد المقاومة لحشرة دودة

التبغ Tobacco Hornworm (Manduca sexta) ؛ حيث تموت اليرقات الصغيرة للحشرة إذا لا مست أوراق هذا الطراز البرى ، حتى ولو لم تتغذ عليه . وتدل الدراسات على أن مركب 2-tridecanone الذى يوجد فى إفرازات غدد الشعيرات الغدية هو المسئول الأول - وربما الوحيد - عن مقاومة هذه الحشرة .

ويبدو أن الشعيرات الغدية من الطراز السادس (VI) هى المصدر الرئيسى لهذا المركب ؛ حيث كان تركيزه متناسباً - طردياً - مع عدد الشعيرات التى توجد من هذا الطراز فى وحدة المساحة من الأوراق . إلا أن آخرين أوضحوا أن توفر كميات من المركب فى هذا النوع البرى - تكفى لقتل الحشرة - يتوقف على الكمية الكلية الموجودة منه فى النموات الخضرية، وليس على كثافة الشعيرات الغدية . ويعد هذا المركب (2-tridecanone) هو المركب الرئيسى فى زيت أوراق النوع L. hirsutum f . glabratum ، ويزيد تركيزه فى هذا النوع بمقدار ٧٢ ضعف ما يوجد منه فى الطماطم .

وفى دراسة على وراثة وطبيعة المقاومة لحشرة دودة التبغ فى الطماطم .. لقح Fery & Kennedy (١٩٨٧) السلالة المقاومة P.I. 134417 من L . hirsutum f . glabratum مع كل من صنف الطماطم Wallter والسلالة P.I. 127826 من L. hirsutum ، وأنتجا الجيلين الأول والثانى لكل تلقيح .

وقد أوضحت الدراسة تحكم ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية المتنحية - على الأقل - فى كل من صفتى التركيز المرتفع لمركب 2-tridecanone ، والمقاومة العالية لحشرة M. sexta ، بينما لم يكن للشكل الظاهرى للطراز الرابع (IV) من الشعيرات الغدية أية علاقة بكثافة هذه الشعيرات ، أو تركيز المركب ، أو مقاومة الحشرة .

التربية لمقاومة خنفساء كلورادو

تتوفر المقاومة لحشرة خنفساء كلورادو (Leptinotarsa decemlineata) فى النوع البرى L. hirsutum . وقد وجد Sinden وآخرون (١٩٨٧) ارتباطاً سالباً بين محتوى النبات من مادة التوماتين Tomatine وبين تغذية الحشرة (كان معامل الارتباط r : -٦٤٣ر. وجوهرياً جداً) .

وقد اتضحت تلك العلاقة فى ثلاث صور كما يلى :

١ - كانت تغذية الحشرة أكبر فى مراحل النمو النباتى المبكرة التى كان محتوى التوماتين فيها منخفضاً .

٢ - كان لتأثير الفترة الضوئية فى محتوى التوماتين فى كل من الطماطم والنوع L. hirsutum تأثير مماثل على تغذية الحشرة .

٣ - نقصت الحشرة بمقدار ٢٠ - ٨٠ ٪ عندما شُرِّبَتْ الأوراق بالتوماتين بمعدل ٦٥ - ١٦٥ مجم / ١٠٠ جم وزناً طازجاً .

وقد أوضحت دراسات Carter وآخرين (١٩٨٨) أن تركيز مركب زنجبرين zingibe-rene (وهو sequiterpene) ، الذى يوجد فى النموات الخضرية للسلالة P.I. 126445 من النوع L. hirsutum f. hirsutum يرتبط بمعدلات موت يرقات الحشرة (r = ٩ر٠) . ولوحظت نفس العلاقة كذلك بالنسبة لمركب 2-tridecanone (وهو methyl ketone) ؛ حيث كان معامل الارتباط r = ٨٨ ر٠ .

التربية لمقاومة الذبابة البيضاء

تنقل الذبابة البيضاء من النوع Bemisia tabaci (ذبابة الدخان البيضاء tobacco whitefly) فيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم لنباتات الطماطم . وقد سبقت الإشارة إلى جهود التربية التى أجريت لمقاومة هذا الفيرس ، وتضمنت المناقشة الجهود القليلة - المنشورة - التى بذلت لمقاومة الذبابة ذاتها . ونتناول فى هذا الجزء جهود التربية لمقاومة ذبابة البيوت المحمية البيضاء greenhouse whitefly التى تنتمى للنوع Trialeurodes vaporariorum وهى - كما نعلم - لا تنقل فيرس اصفرار والتفاف أوراق الطماطم .

اختبر De Ponti وآخرون (١٩٧٥) ٨٥ صنفاً وسلالة من الطماطم والأنواع البرية القريبة منها ، ووجدوا المقاومة للذبابة البيضاء فى كل من الأنواع L. hirsutum ، و L. hirsutum f. glabratum ، و L. pennellii . وعندما وضعت أربعون أنثى من الذبابة على كل نبات مختبر ، وتركت لمدة ثلاثة شهور - أى لمدة ثلاثة أجيال - وصل عددها

– بكل نبات – إلى نحو ١٠ آلاف حشرة فى أصناف الطماطم التجارية ، وإلى ٥,٠ حشرة فى النوع L. hirsutum ، بينما كان من الصعب العثور على حشرة واحدة على نباتات النوع L. pennellii (Anon. ١٩٨٠) .

وتبين من اختبارات Lobo وآخرين (١٩٨٧) وجود درجة عالية من المقاومة لذبابة البيوت المحمية البيضاء فى أربع من سلالات النوع L. hirsutum هى : LA 1252 ، و LA 1255 ، و LA 1362 ، و P.I. 127826 . وفى دراسة أخرى (Lobo وآخرون ١٩٨٧ أ) .. زادت درجة المقاومة فى سلالة من النوع L. pennellii (من بين ٢٩ سلالة تضمنها الاختبار) عن مقاومة صنف المقارنة Licato ؛ وكان من بينها ست سلالات لم تتكاثر عليها الذبابة مطلقا ؛ وهى : LA 716 ، و LA 1299 ، و LA1302 ، و LA 1340 ، و LA 1515 ، و LA 1735 .

وقد درس Plage (١٩٧٥) وراثة المقاومة للذبابة البيضاء T. vaporariorum فى النوع L. pennellii ، ووجد أن الجيل الأول كان وسطاً فى مقاومته ، وأن درجة توريث المقاومة – على النطاق العريض – كانت ٧٥ ٪ .

وقد تمكن الباحث من انتخاب نباتات شبيهة بالطماطم ، وذات ثمار صغيرة حمراء ، وعلى درجة متوسطة من المقاومة للحشرة بعد تلقيح رجعى واحد للطماطم ، استخدم فيه أحد نباتات الجيل الثانى المقاومة .

هذا .. وترجع مقاومة النوع L. hirsutum f. glabratum لذبابة البيوت المحمية البيضاء إلى عدم ملاءمة النباتات لوضع البيض عليها ابتداء ، وإلى موت اليرقات التى تتغذى على النباتات . أما النوع L. pennelii .. فإن نباتاته تكون مغطاة بشعيرات غدية لزجة ، تعمل كمصايد للذبابة البيضاء التى تلتصق بها ، ولا يمكنها وضع البيض إلا بأعداد قليلة جداً . ومن الطبيعى أن صفة الشعيرات الغدية اللزجة ليست مرغوبة فى أصناف الطماطم التجارية (Anon. ١٩٨٠) . وتشير دراسات Lobo وآخرين (١٩٨٧ أ) إلى وجود علاقة مؤكدة بين كثافة الشعيرات من الطراز الرابع (IV) على السطح السفلى للوريقات ، وبين المقاومة معبراً عنها بمعدلات موت الحشرة mortality rate .

وفى تلقيحات بين الطماطم والنوع L. pennellii .. وجد Lemke & Mutschler (١٩٨٤) أن صفة وجود الطراز IV من الشعيرات الغدية يتحكم فيها زوجان من الجينات غير المرتبطة ، وأن درجة توريث هذه الصفة - على النطاق العريض - عالية .

وتبعاً لـ Snyder وآخرين ١٩٨٧) .. فإن مقاومة النوع L. hirsutum f. glabratum للحشرات ترجع - جزئيا - إلى وجود مادتين فى إفرازات الطراز IV من الشعيرات الغدية ؛ هما : methyl ketonses 2-tridecanone ، و 2- undecanone . أما L. hirsutum .. فترجع مقاومته للحشرات إلى نوعين آخرين من المركبات ، يوجدان فى إفرازات الشعيرات الغدية ، وكلاهما من السسكويتربينات Sesquiterpenes .

وقد تمكن De Ponti ومعاونوه من نقل صفة المقاومة لذبابة البيوت المحمية البيضاء إلى عدد من سلالات التربية المتقدمة . وعلى ضوء ما هو معلوم من أن المقاومة العالية للحشرات فى النوع L. hirsutum مردها إلى ارتفاع محتوى النموات الخضرية لنباتات هذا النوع فى مركب ألفاتوماتين alpha tomatine ، الذى يعد - أيضاً - ساماً للإنسان .. قام Van Gelder & De Ponti (١٩٨٧) بدراسة محتوى الثمار الناضجة لسلالات التربية المقاومة للذبابة البيضاء من مادة الألفاتوماتين ، مقارنة بمحتوى ثمار الصنف التجارى أول روند Allround ، والنوع البرى L. hirsutum f. glabratum ، ووجدا فارقاً هائلاً بين الطماطم والنوع البرى . فبينما تساوت ثمار سلالات التربية والصنف التجارى فى محتواها من الألفاتوماتين - الذى لم يتعد ٥ مجم / كجم من الثمار الطازجة - فإن محتوى الثمار الناضجة الطازجة للنوع البرى بلغ ٣٣٩٠ مجم / كجم ؛ ويدل ذلك على أن التربية للمقاومة للذبابة البيضاء لايترتب عليها أية زيادة فى محتوى الثمار الناضجة من المركبات السامة للإنسان .

التربية لمقاومة العنكبوت الأحمر

وجد Stoner (١٩٦٨) أن من الممكن تعرّف النباتات المقاومة للعنكبوت الأحمر Tetranychus cinnabarinus من كثافة الشعيرات الغدية بالأوراق . كان تقدير الكثافة بالعين

المجردة كافياً للانتخاب لصفة المقاومة ، وكانت كثافة الشعيرات أعلى فى الأصناف المقاومة مما فى الأصناف القابلة للإصابة . وقد تبين أن الشعيرات جعلت الأكاروس غير مستقر ، وأنها شلت حركته تماماً فى بعض الحالات . كما وجد الباحث ذاته (Stoner ١٩٧٠) أن عدد البيض الذى تضعه أنثى الأكاروس على النباتات المقاومة ذات الشعيرات الغدية الكثيفة يقل بمقدار ٢ر٦ – ٥ر٥٠ ٪ عن البيض الذى تضعه على النباتات الأقل كثافة فى هذه الشعيرات .

وقد تبين من دراسات Snyder & Carter (١٩٨٤) أن مقاومة العنكبوت الأحمر T. urticae فى النوع البرى L. hirsutum ترتبط بالطرز IV من الشعيرات الغدية . وبرغم احتواء هذا النوع (السلالة P.I. 251303) على ثلاثة طرز أخرى من الشعيرات التى تسهم بدرجة أقل فى المقاومة (وهى الطرز : I ، و V ، و VI) .. إلا أن تأثير الطراز IV طغى عليها جميعاً (Carter & Snyder ١٩٨٥) .

وقد وصف الباحثان طرز الشعيرات التى توجد فى الجنس Lycopersicon كمايلى :

١ – الطراز I : شعيرة طويلة ذات طرف غدى وحيد الخلية .

٢ – الطراز II : لا يوجد فى أى من النوعين L. esculentum أو L. hirsutum .

٣ – الطراز III : شعيرة طويلة غير غدية .

٤ – الطراز IV شعيرة قصيرة ذات طرف وحيد الخلية ، وتنتج إفرازات لزجة . يوجد هذا الطراز بكثافة عالية فى النوع L. hirsutum – خاصة على السطح العلوى للأوراق – وهو المسئول الأول عن مقاومة العنكبوت الأحمر وبعض الحشرات التى سبق ذكرها . لايوجد هذا الطراز فى نوع الطماطم (L. esculentum) ، بينما – يوجد – بكثافة منخفضة – فى نباتات الجيل الأول للهجين النوعى بين الطماطم و L. hirsutum ، الذى يكون وسطاً فى مقاومته للعنكبوت الأحمر .

٥ – الطراز V شعيرة قصيرة غير غدية .

٦ – الطراز VI :شعيرة ذات طرف سام ، تختلف – مورفولوجيا وفسيولوجياً – باختلاف الأنواع .

وفى دراسة لاحقة (Good & Snyder ١٩٨٨) .. درست علاقة مقاومة العنكبوت الأحمر T. urticae بكل من كثافة طرز الشعيرات IV ، و V ، و VI ، وتركيز المركبين زنجبرين Zingiberene ، وجاما إليمين gamma elemene (اللذين لهما علاقة بمقاومة بعض الحشرات) فى نباتات الجيل الثانى للتلقيح بين الطماطم وسلالة مقاومة للأكاروس من L. hirsutum ، وتبين أن كثافة الطراز IV من الشعيرات هى أكثر الصفات ارتباطا بصفة المقاومة .

وتبين لدى مقارنة خمس سلالات أخرى من L. hirsutum f. glabratum (Weston وآخرون ١٩٨٩) - أن سلالات " طراز النوع " typicum كانت أكثر مقاومة من " الطراز الأملس " glabratum . وقد ارتبطت مقاومة العنكبوت الأحمر بكثافة الطراز IV من الشعيرات الغدية فى الطراز النوعى typicum، ولكن مثل هذا الارتباط لم يوجد فى الطراز النوعى glabratum . كما لم يمكن إرجاع الاختلافات الكبيرة فى المقاومة بين الطرازين النوعيين (typicum ، و glabratum) إلى اختلافهما فى كثافة الطراز IV للشعيرات .

طبيعة مقاومة الحشرات والعناكب

يلعب مركب الألفاتوماتين alph tomatine دوراً كبيراً فى مقاومة الحشرات والعناكب فى الطماطم ؛ فهو مثبط لنمو كل من الذبابة البيضاء (Snyder وآخرون ١٩٨٧) ، ويرقات خنفساء كلوارد ، ودودة ثمار الطماطم ، وحوريات نطاطات النباتات ذات الخطين two striped grasshoppers (عن Juvic & Stevens ١٩٨٢) . وتختلف أصناف الطماطم وسلالات الأنواع البرية القريبة منها - كثيرا - فى محتواها من الألفاتوماتين ؛ ففى دراسة شملت ٢٦ صنفاً وسلالة من سبعة أنواع من الجنس Lycopersicon (Juvic وآخرون ١٩٨٢) .. كان محتوى الألفاتوماتين أقل كثيراً فى الطماطم من كل من L. esculentum var. cerasiforme ، و L. pimpinellifolium ، والسلالة LA 462 من L. peruvia-num. كذلك يوجد المركب بتركيز عالٍ جدا (٣٣٩٠ مجم / كجم من الثمار الناضجة الطازجة) فى النوع البرى L. hirsutum f. glabratum مقارنة بالطماطم (أقل من ٥ مجم / كجم من الثمار الناضجة الطازجة) (Van Gelder & De Ponti ١٩٨٧) .

وقد أوضحت دراسات Juvic & Stevens (١٩٨٢ أ) أن صفة المحتوى المرتفع من الألفاتوماتين يتحكم فيها آليلان لجين واحد .

وتحتوى الشعيرات الغدية (من الطراز IV) للطماطم البرية L. hirsutum f. glabratum (السلالة P.I. 134417) على تركيزات مرتفعة من المبيد الحشرى القاتل 2- tridecanone يزيد عما يوجد فى الطماطم بخمسين ضعفاً . وقد أوضحت الدراسات وجود علاقة مؤكدة بين تركيز هذا المركب فى النبات ومقاومته لكل من دودة التبغ (Manduca sexta) ، ودودة ورق القطن (Spodoptera littoralis) ، وحشرة Phthorimaea operculella ، ومن القطن (عن Weston وآخرين ١٩٨٩) .

وقد وجد Zamir وآخرون (١٩٨٤) أن المستوى المرتفع لهذا المركب (2 - tridecanione) صفة متنحية . كذلك وجد مركب آخر هو undecanone - 2 مع المركب الأول(2 - tridecanone) فى نفس السلالة (P.I. 134417) ، وكان كلاهما ساماً لكل من حشرتى Keiferia lycopersicella ، و Spodoptera exigua .

وكما سبق بيانه .. فإن لكثافة الشعيرات الغدية من الطراز IV وإفرازتها دورا بارزا فى مقاومة العنكبوت الأحمر T. urticae . وعندما تكون كثافة هذا الطراز من الشعيرات منخفضة .. فإن كثافة الطرازين V ، و VI ، والخصائص الكيميائية للطراز VI من الشعيرات تؤثر فى المقاومة للأكاروس (عن Good & Snyder ١٩٨٨) .

ويستنتج من ذلك أن التربية لزيادة كثافة الشعيرات الغدية ربما تزيد من مقاومة الأكاروس والحشرات التى تتأثر بإفرازات هذه الشعيرات . هذا .. إلا أن الانتخاب لتلك الصفة يمكن أن يتعقد بطول الفترة الضوئية ؛ ففى ظروف الفترة الضوئية الطويلة .. تحتوى وريقات السلالة P.I. 134417 من النوع L. hirsutum f. glabratum على مستوى من مركب الـ tridecanone - 2 أعلى مما تكون عليه الحال فى الفترة القصيرة .

كما وجد أن كثافة الطراز VI من الشعيرات الغدية تكون أكثر فى ظروف الفترة الضوئية الطويلة ، بينما تكون كثافة الطراز IV أعلى فى ظروف النهار القصير فى كل من السلالتين P.I. 134417 ، و P.I. 251303 ؛ لذا فإن العثور على سلالات من L. hirsutum –

لا تتأثر فيها كثافة الشعيرات الغدية بطول الفترة الضوئية - يمكن أن يجعل الانتخاب للمقاومة أكثر بساطة (عن Weston وآخرين ١٩٨٩) .

مصادر إضافية خاصة بالتربية لمقاومة الآفات

لمزيد من التفاصيل عن الجهود التى بذلت لتربية الطماطم لمختلف الأمراض .. يراجع ما يلى :

المرجع	الأمراض التى تناولها المرجع
١٩٥٤ Scheffer & Walker	الذبول الفيوزارى
١٩٦٠ Campbell Soup Co.	عام
١٩٦٠ Harrison	عدة أمراض
١٩٦٠ Gallegly	الندوة المتأخرة
١٩٦٠ Hoadley	الأنثراكنوز
١٩٦٠ Holmes	الفيروسات
١٩٦٠ Harrison	نيماتودا تعقد الجذور
١٩٦٧ Walter	الذبول الفيوزارى
١٩٧٢ Crill & Jones	الذبول الفيوزارى
١٩٧٨ Dixon	عام
١٩٧٨ Russell	عام
١٩٨٠ Medina Filho & Stevens	نيماتودا تعقد الجذور
١٩٨٦ Kaloo	عام

الفصل الخامس

تربية البطاطس

تناول موضوع تربية البطاطس عديد من الباحثين ؛ نذكر منهم : Stevenson & Clark (١٩٣٧) ، و Howard (١٩٦٩ ، و ١٩٧٨) ، و Jills & Richardson (١٩٨٧) . هذا .. بالإضافة إلى عديد من المقالات التى تناولت جوانب معينة من الموضوع والتى أشير إليها عند عرض تلك الجوانب فى هذا الفصل .

نشأة وتطور البطاطس والأنواع البرية القريبة منها

يضم الجنس Solanum – الذى تنتمى إليه البطاطس (S. tuberosum) – نحو ٢٠٠٠ نوع ، منها نحو ٢٠٠ نوع فقط تكون درنات ، ومعظمها – أى معظم الأنواع التى تكون درنات – ثنائية التضاعف . وتنمو غالبية أنواع الجنس – برياً – فى جبال أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية . فتنمو معظم الأنواع الثنائية (٢ن = ٢س = ٢٤) – التى نشأت منها البطاطس المزروعة فى منطقة من أمريكا الجنوبية تمتد حتى خط عرض ٤٥°م جنوباً . وتنمو فى منطقة أخرى من أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية – تمتد حتى خط عرض ٤٠° شمالاً – أنواع أخرى ثنائية ، والأنواع الرباعية الهجينية ، والسداسية الهجينية (٢ن = ٢٤ ، و٤٨ ، و ٧٢ كروموسوماً على التوالى) ؛ وهى أنواع لم يكن لها شأن يذكر بتطور البطاطس المزروعة – إلا أن بعضها استخدم فى برامج تربية البطاطس لتحسين المحصول فى صفات معينة . وتحتوى معظم الأنواع البرية التى تكون درنات على كميات سامة من بعض الأكالويدات الاستيرودية Steroidal Alkaloides . لا يزيد عدد الأنواع

البرية – التى لها علاقة بتطور البطاطس المزروعة – على عشرة أنواع ؛ منها ثمانية أنواع تكون درنات ، وتزرع على نطاق تجارى فى أمريكا الجنوبية ؛ وهى كما يلى :

١ – أنـــواع ثـنـائـيــة : S. phureja ، و S. stenotomum ، و S. goniocalyx ، و S. ajanhuiri .

٢ – أنواع ثلاثية : S. chaucha ، و S. juzepczukii .

٣ – أنواع رباعية : S. tuberosum ssp. andigena

٤ – أنواع خماسية : S. curtilobum

ومن المعتقد أن الأصل المباشر للبطاطس الرباعية التضاعف المزروعة S. tuberosum ssp. tuberosum هو تحت النوع الرباعى S. tuberosum ssp. andigena . وبرغم أنه لم يدخل فى الزراعة – فى بداية الأمر – سوى عدد قليل من التراكيب الوراثية لتحت النوع الأخير .. إلا أن أصنافاً كثيرة من البطاطس –ذات درجات مختلفة من التأقلم على ظروف بيئية متباينة – نتجت من هذا العدد المحدود من هذه التراكيب الوراثية (Hersmen ١٩٨٧).

ومن المعتقد أن استئناس البطاطس (أى زراعتها بمعرفة الإنسان) بدأ فى منطقة بحيرة تتيكاكا Titicaca فى مرتفعات بوليفيا وبيرو ، وهى منطقة تنتشر فيها الأنواع الثنائية والرباعية المزروعة والبرية . وقد حلّت الأنواع الرباعية المزروعة محل الأنواع الثنائية فى هذه المنطقة ، وتعرف هذه الطرز الرباعية باسم S. andigena ، أو S. tuberosum ssp. andigena ، وتـنـدرج تحـت Group Andigena ، وجميعها متضاعفة ذاتياً (رباعية التضاعف) ، ومتوافقة ذاتياً ، وغنية بالاختلافات الوراثية ، ولاتتحمل التربية الداخلية (Simmonds ١٩٧٦) . وعقب اكتشاف الأمريكتين .. أدخلت فى الزراعة بأوروبا وأمريكا الشمالية أصناف من تحت النوع S. tuberosum ssp. tuberosum من شيلى ، وأصناف أخرى من تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena من كل من بيرو وبوليفيا .

نقلت البطاطس من موطنها الأصلى فى أمريكا الجنوبية إلى أوروبا بواسطة مستكشفى أمريكا الأوائل من الإسبانيين فى نهاية القرن السادس عشر . وظلت زراعتها مقتصرة على حدائق الخضر المنزلية لمدة نحو قرنين قبل أن يبدأ إنتاجها على نطاق تجارى ، إلا أنها انتشرت سريعاً – بعد ذلك – فى أوروبا الغربية ، وأصبحت أحدأهم الأغذية التى تعتمد

عليها شعوب هذه المنطقة فى معيشتها ؛ وتدل على ذلك المجاعة التى اجتاحت أيرلندا خلال الفترة من سنة ١٨٤٥ حتى سنة ١٨٤٧ ؛ بسبب إصابة البطاطس بمرض الندوة المتأخرة بشكل وبائى قضى على محصول البطاطس ، وتسبب فى موت وهجرة الملايين من سكان أيرلندا فى تلك الآونة :

ومن أوروبا .. نقلت البطاطس إلى عدة أجزاء من العالم ؛ حيث أدخلت إلى أمريكا الشمالية ، وجنوب أفريقيا ، وأستراليا بواسطة المهاجرين الأوائل فى بدايات القرن الثامن عشر ، وربما انتقلت البطاطس إلى الهند فى أوائل القرن السابع عشر .

أما إدخال البطاطس إلى المكسيك .. فمن المرجح أنه حدث مباشرة من أمريكا الجنوبية بواسطة المستكشفين الأوائل فى نفس الوقت الذى أدخلت فيه البطاطس إلى أوروبا . ولمزيد من التفاصيل عن نشأة وتاريخ زراعة البطاطس . يراجع Hedrick (١٩١٩) ، و Simmonds (١٩٧٦) ، و Hawkes (١٩٧٨) .

ولما كانت البطاطس تتكاثر خضريا ، وتصاب بشدة – فى الوقت ذاته – بعديد من الفيروسات .. فإنها تتدهور بشكل تدريجى سنة بعد أخرى . ولقد كان الاعتقاد السائد – قبل اكتشاف الفيروسات – أن التكاثر الخضرى – ذاته – هو السبب فى هذا التدهور ؛ لذا .. اتجه المزارعون القدامى إلى إكثارها بالبذور من حين لآخر . وبرغم خطأ هذا الاعتقاد .. إلا أن الإكثار الجنسى أعطى النتيجة المرغوبة ؛ لأنه خلص النباتات من الأمراض الفيروسية التى لا ينتقل منها سوى القليل جداً عن طريق البذور ، مثل فيرويد الدرنة المغزلية .

وقد أسهم الإكثار الجنسى – إلى جانب ذلك – فى كثرة التباينات الوراثية لدى المزارعين ؛ وبذا .. كثرت الأصناف المتداولة لدى انتخاب التباينات الجيدة منها وإكثارها خضرياً . كذلك أسهم الهواة – قبل اكتشاف قوانين مندل فى عام ١٩٠٠ فى إنتاج مزيد من الأصناف بنفس هذه الطريقة ، ثم ازداد معدل إنتاج الأصناف الجديدة بواسطة مربى النبات بعد ذلك . وبالرغم من إنتاج مئات من أصناف البطاطس .. إلا أن ما يزرع منها على نطاق واسع قليل للغاية ، ومعظمها من الأصناف القديمة ، ونوضح ذلك بالأمثلة التالية التى تعتمد على إحصاءات عامى ١٩٧٥ ، و ١٩٧٦ (عن Howard ١٩٧٨) :

الدولة	أهم الأصناف المنتشرة في الزراعة	المساحة المزروعة بالصنف من المساحة الكلية (٪)	تاريخ إدخال الصنف في الزراعة
المملكة المتحدة	Pentland Crown	٧ر١٨	١٩٥٩
	Maris Piper	١ر١٣	١٩٦٣
	King Edward	٨ر١٢	١٩٠٢
ألمانيا (الغربية)	Grata	١ر٢٢	١٩٥٥
هولندا	Bintje	٦ر٣٢	١٩١٠
الولايات المتحدة	Russett Burbank	٨ر٣٢	قبل عام ١٨٩٠
	Kennebec	٨ر١٩	١٩٤٨
	Katahdin	١ر١٠	١٩٥٣

يعد هذا الاتجاه نحو استمرار زراعة الأصناف القديمة عائقاً أمام انتشار زراعة الأصناف الجديدة التي لا تجد طريقها إلى الزراعة بسهولة ، وربما لا تنتشر زراعتها على الإطلاق . ويرجع ذلك – أساساً – إلى أن المستهلك يربط الجودة – في ذهنه – بالأصناف التي تعود عليها .

الجيرمبلازم . وأنواع الجنس Solanum . والهجن النوعية

إن أهم مصادر جيرمبلازم البطاطس germplasm الذي يمكن استخدامه في أغراض تربية وتحسين المحصول هي كمايلي :

١ – الأنواع البرية بما فيها الهجن النوعية الطبيعية .

٢ – الأصناف البدائية المزروعة Primitive Cultivated Cultivars ، وهي التي تكون – غالباً – متأقلمة على الظروف البيئية القاسية .

٣ – الأصناف البلدية land vaieties التي أنتجت قبل معرفة الحقائق العلمية لتربية النبات .

٤ – الجيرمبلازم المستخدم في براج تربية النبات الجارية ، والذي يتكون – غالباً – من هجن نوعية ، وهجن بين الأصناف .

٥ – الأصناف المحسنة .

ويستفاد من هذا الجيرمبلازم كمصدر للصفات التالية : المقاومة للآفات والظروف البيئية القاسية ، وهى صفات تتوفر فى الأنواع البرية والأصناف البدائية – صفات الجودة التى تتوفر فى الأصناف البلدية – الصفات المحصولية التى تتوفر فى هجن برامج التربية الجارية ، وفى الأصناف المحسنة .

توجد مراكز الاختلافات الوراثية للجنس Solanum فى أمريكا الجنوبية والوسطى والشمالية ؛ خاصة فى : الأرجنتين ، وبوليفيا ، والبرازيل ، وشيلى ، وكولومبيا ، وكوستاريكا ، وإكوادور ، وجواتيمالا ، والمكسيك ، وبنما ، وباراجواى ، وبيرو ، وأراجواى ، وفنزويلا ، وجنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية (Foldo ١٩٨٧) .

وتجدر الإشارة إلى أن جميع أصناف البطاطس التجارية المنتشرة فى الزراعة فى المناطق الباردة من العالم – والتى تُصدَّر تقاويها إلى عدد كبير من دول العالم الثالث – ذات قاعدة وراثية ضيقة Narrow Genetiec Base ؛ لسببين رئيسيين ؛ هما :

١ – اندرثار جميع الطرز التى لم يمكنها إنتاج درنات فى ظروف الفترة الضوئية الطويلة فى أوروبا ؛ بعد نقلها مباشرة من أمريكا الجنوبية فى القرن السادس عشر .

٢ – اندثار جميع التباينات الوراثية التى لم يمكنها مقاومة وباء الندرة المتأخرة الذى اجتاح أوروبا فى القرن التاسع عشر (Mendoza & Sawyer ١٩٨٥) .

التقسيم السيتولوجى لأنواع الجنس Solanum

إن العدد الأساسى (س أو x) للكروموسومات فى الجنس Solanum هو ١٢ . وقد تبين من الدراسات التقسيمية والسيتولوجية – التى أجريت على أكثر من ١٥٠ نوعاً برياً ، و٢٣ نوعاً مزروعاً منها – أنها تتوزع على خمس مجاميع سيتولوجية ، تختلف فى درجة تضاعفها ونسبة انتشارها بين بقية الأنواع كما هو مبين فى جدول (٥–١) .

جدول (٥ – ١) : مستويات التضاعف الكروموسومى فى الجنس Solanum ، ونسبة انتشارها (عن Hawkes ١٩٧٨) .

مستوى التضاعف وعدد الكروموسومات	نسبة إنتشارها بين باقى الأنواع (٪)
ثنائية diploid ٢ ن = ٢ س = ٢٤	٧٤
ثلاثية triploid ٢ ن = ٣ س = ٣٦	٥ ر٤
رباعية tetraploid ٢ ن = ٤ س = ٤٨	٥ر١١
خماسية pentaploid ٢ ن = ٥ س = ٦٠	٥ ر٢
سداسية hexaploid ٢ ن = ٦ س = ٧٢	٥
خليط من عدة حالات تضاعف .	٥ ر٢

ونقدم – فيمايلى – نبذة عن هذه المجاميع السيتولوجية :

أولاً : الأنواع الثنائية التضاعف

تشكل الأنواع الثنائية التضاعف نحو ٧٠ ٪ من أنواع الجنس Solanum ، وهى خلطية التلقيح ، وغير متوافقة ذاتياً ، وغير متجانسة وراثياً ، ولا تتحمل التربية الداخلية ، وتُلَقَّح بسهولة فيما بينها (Simmonds ١٩٧٦) .

ومن أمثلة الأنواع الثنائية التضاعف مايلى :

١ – S. tenotomum : وهو نوع مزروع .

٢ – S. vavilovii : وهو نوع مقاوم للجفاف .

٣ – S. phureja ، و S. boyacense : وهما نوعان ذوا فترة سكون قصيرة .

ثانياً : الأنواع الثلاثية التضاعف

من أمثلتها مايلى :

١ – S. medians : وهو نوع مقاوم للجفاف .

٢ – S. commersonii : وهو نوع مقاوم للصقيع (Stevenson & Clark ١٩٣٧) .

ثالثاً : الأنواع الرباعية التضاعف

تعد الأنواع الرباعية التضاعف ثانى أكبر مجموعات الأنواع انتشاراً ؛ حيث تتضمن نحو ٥ ر١١ ٪ من أنواع الجنس . وغالبية هذه الأنواع خصبة ذاتياً ، وتتحمل التربية الداخلية ، وتُلقَّح طبيبعياً - فى موطنها - مع الأنواع الثنائية ؛ الأمر الذى يؤدى إلى ظهور أنواع جديدة ثلاثية (Smith ١٩٦٨) .

ومن الأنواع الرباعية الهامة مايلى :

١ - البطاطس المزروعة S. tuberosum ssp.tuberosum : تنتشر زراعتها فى المناطق ذات النهار الطويل نسبياً .

٢ - S. tuberosum ssp. andigena : تنتشر زراعتها فى المناطق الاستوائية بكل من الإكوادور ، وكولومبيا ، وتعد من المحاصيل الهامة فى بيرو ، وفى المناطق الجبلية من المكسيك بين خطى عرض ١٠° شمالاً ، و ٢٤° جنوباً ؛ حيث لا يختلف طول النهار كثيراً عن ١٢ ساعة (Burton ١٩٤٨) . ولهذا تحت النوع أهمية خاصة بالنسبة لمربى البطاطس ؛ نظراً لقربه وراثياً من البطاطس ، ولاحتوائه على عدد من الصفات الهامة للمربى ؛ مثل : المحصول المرتفع ، والنوعية الجيدة ، ومقاومة الصقيع والأمراض الهامة .

٣ - S. acaule : ينمو هذا النوع على ارتفاعات تبلغ ٤٨٠٠م فوق سطح البحر ، وهو يقاوم الصقيع - جيداً - حيث يتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى - ٩ °م ، ويناسبه النهار القصير .

رابعاً : الأنواع الخماسية : التضاعف

من أمثلتها النوع S. curtilobium الذى ينمو برياً فى مرتفعات بيرو وبوليفيا ، ويتحمل الحرارة المنخفضة بدرجة كبيرة . يُلَقَّح هذا النوع بنجاح مع البطاطس المزروعة عند استعماله كأم فى التهجين . كما ينجح التلقيح العكسى (عند استعمال البطاطس المزروعة كأم) بشرط تطعيم البطاطس - أولا - على الطماطم .

خامساً : الأنواع السداسية التضاعف

تعد الأنواع السداسية التضاعف ثالث أكبر مجموعة بين أنواع الجنس Solanum ،

وجميعها خصبة ذاتياً . ومن أمثلتها النوع S. demissum الذى ينمو فى مرتفعات المكسيك ، ويناسبه النهار القصير . ينجح التهجين بين هذا النوع البرى والبطاطس المزروعة عند استخدام النوع البرى كأم . وقد أفاد هذا التهجين فى التوصل إلى عدد من الأصناف التجارية الهامة (Smith ١٩٦٨) .

جيرمبلازم الجنس Solanum واهميته

يوجد فى شتى أنحاء العالم أكثر من ٥٠ معهداً علمياً أو مؤسسة ، تقوم باستكشاف جيرمبلازم البطاطس ، وجمعه ، وتعريفه ، وتوثيقه ، وحفظه ، وتقييمه ، وتوزيعه ؛ نذكر منها - على سبيل المثال - مايلى :

المعهد أو المؤسسة	الدولة
Dutch - German Potato Collectiom	ألمانيا (مدينة Braunschweig)
International Potato Center (CIP)	بيرو (مدينة Lima)
Commonweath Potato Cllectiom (CPC)	اسكوتلاندا - إنجلترا (مدينة Pentlandfield)
Inter - Regional Potato Introductiom Station	وسكنس - الولايات المتحدة (مدينة Sturgeon - Bay)
N . I . Vavilov of Plant Industry	روسيا (مدينة بطرسبرج)

يتوفر فى مركز البطاطس الدولى فى ليما ببيرو أكثر من ١٥٠٠ سلالة تمثل ٩١ نوعاً برياً من أنواع الجنس Solanum التى تكون درنات ، فضلاً على أكثر من ٥٠٠ سلالة خضرية من S. tuberosum . أما محطة إدخال البطاطس بالولايات المتحدة .. فيتوفر بها أكثر من ٤٠٠ سلالة تمثل نحو ١٠٠ نوع من أنواع البطاطس التى تكون درنات . ويتوفر فى المركز الألمانى الهولندى بألمانيا أكثر من ٢١٦٣ سلالة من الأنواع البرية ، وأكثر من ١٠٦٠ صنفاً وسلالة من الأنواع المزروعة ، ويتوفر فى مجموعة الكومنولث باسكتلندا أكثر من ١٣٠٠ صنفاً وسلالة من الأنواع المزروعة والبرية (عن Hermsen ١٩٨٩) .

يقع على عاتق معاهد أو بنوك الجيرمبلازم حزء كبير من مهمة تقييم الجيرمبلازم للصفات الهامة المرغوب فيها ، وكذلك الصفات غير المرغوب فيها ؛ لكى يتعرف عليها المربون الذين قد يرغبون فى استعمال هذا الجيرمبلازم . كما تقوم بنوك الجيرمبلازم - أيضاً - بمهمة التربية الأولية pre - breeding للجيرمبلازم الذى تحتفظ به ؛ لكى يصبح فى

حالة يصلح معها للإدخال فى برامج التربية . وقد تتطلب تلك المهمة إجراء بعض التلقيحات ، أو الانتخاب للصفات المرغوبة ، أو إجراء العمليتين معاً . وترجع أهمية التربية الأولية إلى أنها تزيد من كفاءة الاستفادة من الجيرمبلازم ، وتقلل من الجهد الذى يقوم به المربون ، وتمنع تكراره من قبل المربين المستعملين للجيرمبلازم (عن Foldo ١٩٨٧) .

تحتوى مختلف الأنواع البرية التابعة للجنس Solanum على ذخيرة من الصفات المرغوبة التى يمكن أن تفيد فى تحسين البطاطس ؛ ومن أمثلة ذلك مايلى :

١ – المقاومة للآفات :

تتوفر المقاومة للندوة المتأخرة (التى يسببها الفطر Phytopthora infestans) فى كل من الجيرمبلازم المكسيكى ، والجيلامبلازم الذى ينمو برياً فى جبال الإنديز على حد سواء . ويتوفر فى كلا المصدرين كل من المقاومة الخاصة ضد سلالات معينة race specific ، والمقاومة العامة ضد مختلف السلالات race nonspecific . وتوجد المقاومة الخاصة فى أنواع معينة – على وجه التخصيص – منها : S. cardiophyllum ، و S. demissum ، و S. edinense ، و S. stoloniferum ، و S. verrucosum . أما المقاومة العامة ضد مختلف السلالات – التى تعطى اهتماماً متزايداً فى برامج تربية البطاطس – فإنها تتوفر فى أنواع معينة ؛ منها : S. berthaultii ، و S. chacoense ، و S. circaeifolium ، و S. demissum ، و S. microdontum ، و S. pinnatisectum ،و S. stoloniferum، و S. vernei .

وتتوفر مقاومة الندوة المبكرة (التى يسببها الفطر Alternaria solani) فى الأنواع S. bulbocastanum ، و S. chaoense ، و S. tarjense .

وتوجد المقاومة لمرض تثألل البطاطس Potato wart (الذى يسببه الفطر Synchytrium endobioticum) فى عدة أنواع ؛ منها : S. acaule ، و S. berthaultii، و S . boliviense ، و S. gourlayi ،و S. spegazzinii، و S. sucrense، و S. verni .

هذا .. إلا أن معظم برامج تربية البطاطس – التى تجرى لمقاومة هذا المرض – تعتمد على المقاومة التى تتوفر فى أصناف البطاطس التجارية .

كما تتوفر المقاومة لعفن الجذر الفيوزارى فى الأنواع : S. sparsipilum ، و S. tari-

jense ، و S. tuberosum ssp. andigena ، والمقاومة للذبول الفيوزارى فى الأنواع : S. acaule ، و S. kurtzianum ، و S. spegazzinii ، ومقاومة ذبول فيرتسيلليم فى النوعين : S. chacoense ، و S. kurtzianum .

وبالنسبة للأمراض البكتيرية .. تتوفر مقاومة مرض الساق السوداء (الذى تسببه البكتيريا Erwinia carotovora) فى الأصناف التجارية ، وفى الأنواع : S. acaule ، وS. chacoense ، و S. microdontum ، و S. vernei ، وغيرها ، كما توجد فى S. tuberosum ssp. andigena . كذلك تتوفر مقاومة الجرب العادى الذى تسببه البكتيريا Stereptomyees sp. فى عدة أنواع منها : S. tubercoense ، و S. commer-sonii ، و S. jamesii ، وكذلك فى S. tuberosum ssp. andigena ، وفى بعض أصناف البطاطس التجارية .أما مرض العفن الحلقى (الذى تسببه البكتيريا Corynebacteri-um sepedonicum) .. فإنه يقاوم –حاليا – بالتشريعات الزراعية ، إلا أن المقاومة تتوفر فى عدة أنواع ؛ منها : S. chacoense ، و S. demissum ، و S. jamesii .

وأخيرا .. فإن مقاومة مرض الذبول البكتيرى (الذى تسببه البكتيريا Pseudomonas solanacearum) تتوفر فى الأنواع S. chacoense ، و S. microdontum ، و S. Phu-reja (حيث الصفة سائدة ويتحكم فيها عدداً قليل من الجينات) ، و S. sparsipilum .

كذلك توجد مقاومة لمختلف الأمراض الفيروسية فى عدة أنواع من الجنس Solanum : فتتوفر المقاومة لفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato leaf roll virus (وهى صفة كمية) فى كل من الأنواع S. acaule ، و S. demissum ، و S. tuberosum ssp. andigena ،

S. stolniferum ، وفى نوعين آخرين لايكونان درنات ؛ هما : S. brevidens ، و S. etuberosum . وتتوفر المقاومة التامة extreme resistance لفيرس x البطاطس (PVX) فى الأنواع : S. acaule ، و S. berthaultii ، و S. brevicaule ، و S. rijense ، و S. tuberosum ssp. andigena . وتوجد صفة فرط الحساسية hypersensitivity (أو مقاومة الحقل field resistance) لفيرس Y البطاطس (PVY) فى الأنواع : S. demissum ، و S. phureja ، و S. stoloniferum ، وكما تتوفر المقاومة القصوى ex-treme resistance لنفس الفيرس (وهى صفة بسيطة) فى الأنواع : S. acaule ، و S. chacoense ، و S. gourlayi ، و S. stoloniferum كذلك تتوفر

المقاومة لفيرس M البطاطس PVM (وهى صفة يتحكم فيها عدد قليل من الجينات) فى النوع S. gourlayi ، وتوجد المقاومة لفيرويد الدرنة المغزلية Spindle tuber viroid فى كل من الأنواع : S. guerreroense ، و S. hjertingii ، و S. ltidissectum .

وبالنسبة للأمراض التى تسببها النيماتودا .. فإن المقاومة للنيماتودا الذهبية Globodera rostochiensis ، و G. pallida (وهى صفة بسيطة) تتوفر فى أكثر من ٢٠ نوعاً منها : S. berthaultii ، و S. gourlayi ، و S . leptophyes ، و S. multidissecum ، و S. oplocense، و S. spegazzinii، و S. sucrense، و S.tuberosum ssp.andigena.

وكذلك تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne ssp. فى عدة أنواع منها : S. bulbocastanum ، و S. cardiophyllum ، و S. chacoense ، و S. hjertingii ، و S. kurtzianu ، و S. microdontum ، و S. tuberosum ssp. andigena .

أما بالنسبة للآفات الحشرية .. فقد وجدت مقاومة المن (التى تعنى - أيضاً - مقاومة الفيروسات التى ينقلها المن) فى عدة أنواع ؛ منها : S. neocardenassi ، و S. berthaultii . ووجدت المقاومة لفراشة درنات البطاطس فى عدة أنواع ، منها : S. stenotomum ، و S. tuberosum ssp. andigena ، و S. sparsipilum ، و S. tarijense ، و S. phureja ، و S. sucrense . أما المقاومة لخنفساء كلورادو .. فتوجد فى النوعين S. chacoense ، و S. demissum (عن Foldo ١٩٨٧ ، و Hermsen ١٩٨٧) .

٢ - تتوفر المقاومة للصقيع فى ٣٥ نوعاً - على الأقل - من تلك التى تنمو على ارتفاعات تزيد على ٣٥٠٠م عن سطح البحر ، مثل :

S. ajanhuiri
S. acaule (يعد أهم مصادر المقاومة للصقيع)
S. curtilobum
S. boliviense
S. juzepczkii
S. etuberosum (لا يكون درنات)
S. raphanifolium
S. pumilum
S. sactae - rosea

٣ – تتوفر المقاومة للحرارة والجفاف فى الأنواع التى تنمو فى المناطق الحارة الجافة مثل :

S. chacoense S. commersonii
S. gourlayi S. ochoae
S. spegazzinii S. tarijense

٤ – صفات الجودة :

تتميز درنات النوع S. phureja بارتفاع محتواها من البروتين ، كما تتميز هى ودرنات النوعين : S. chacoense ، و S. goniocalyx بالقدرة على التخزين فى درجات الحرارة المنخفضة ، دون أن يزداد فيها تراكم السكريات المختزلة بشكل ملحوظ ، كما يحدث فى البطاطس التجارية . كذلك تتميز درنات النوع S. vernei بارتفاع محتواها من النشا .

يحفظ جيرمبلازم البطاطس إما جنسياً فى صورة بذور حقيقية أو حبوب لقاح ، وإما لاجنسياً فى صورة سلالات خضرية من خلال مزارع الأنسجة أو الأكثار الخضرى العادى بالدرنات .

يعتبر حفظ الجيرمبلازم بالبذور الحقيقية أسهل وأقل تكلفة من وسائل الحفظ بالأجزاء الخضرية ، كما تجعل من السهل المحافظة على الجيرمبلازم خالياً من الإصابات الفيرسية ؛ نظراً لأنه لا ينتقل عن طريق البذور سوى عدد قليل من الفيروسات ؛ هى على وجه التحديد : فيرس T البطاطس (PVT) ، وفيرس إنديز البطاطس الكامن Andean Potato Latent Virus ، وفيرويد الدرنة المغزلية Spindle Tuber Viroid . كذلك .. فإن حفظ الجيرمبلازم فى صورة بذور حقيقية يسهل حركته وتداوله بين الباحثين ، ويجنبهم مشاكل الحجر الزراعى .

وفضلاً على ذلك . فإن البذور الحقيقية وحبوب اللقاح ذات نسبة الرطوبة المنخفضة .. يمكن حفظها فى درجات الحرارة المنخفضة لسنوات عديدة . هذا إلا أن حفظ الجيرمبلازم على هاتين الصورتين (البذور الحقيقية ، وحبوب اللقاح) لا يكون عملياً إلا عند الرغبة فى مجرد حفظ كل التباينات الوراثية –بشكل عام – دون الاهتمام بتركيب وراثى بعينه .

ونظراً لأن البطاطس على درجة عالية من عدم التجانس الوراثى highly heterozy-gous ، لذا .. فإنه من الأفضل حفظ التركيب الوراثى المرغوب ذاته ، وهو أمر لا يتأتى إلا باتباع وسائل الإكثار الخضرى .

وقد كانت طريقة الإكثار بالدرنات هى السائدة إلى عهد قريب ، حتى بدأ الاهتمام بوسائل حفظ الجيرمبلازم على صورة مزارع أنسجة (خالية أو غير خالية من الفيروسات) .تتميز هذه المزارع بإمكان حفظها لمدة ٢ - ٣ سنوات دون الحاجة إلى شتلها، كما يسهل تداولها (كمزارع القمة الخضرية أو الميرستيمية Shoot tip or meristem cultures ، ومزارع العقل الساقية cultures of nodal cuttings) ، وربما يمكن حفظها لأجل طويل فى درجات الحرارة الشديدة الانخفاض (cryo - preservation)؛ كالحفظ فى النيتروجين السائل (عن Foldo ١٩٨٧) .

الهجن النوعية فى الجنس Solanum

يصعب إجراء عديد من الهجن النوعية فى الجنس Solanum ، وربما لا يمكن إنتاج عدد كاف من البذور لعزل التراكيب الوراثية المرغوبة ؛ لذا .. فإنه يفضل - دائماً - قبل محاولة إجراء التلقيحات النوعية البعيدة اتباع الخطوات التالية :

١ - تقييم النوع البرى جيداً بالنسبة للصفات المرغوبة التى يراد نقلها منه .

٢ - تجمبع الجينات المرغوبة التى تتحكم فى صفات مختلفة - والتى توجد فى سلالات مختلفة من النوع البرى - فى سلالة واحدة .

٣ - تجميع وتركيز الجينات التى تتحكم فى الصفة الكمية الواحدة - والتى توجد فى سلالات مختلفة من النوع البرى - فى سلالة واحدة .

٤ - دراسة وراثة الصفات المرغوبة فى النوع البرى ؛ ليمكن تجنب المشاكل التى قد تنشأ من النسب الانعزالية غير العادية .

ويلزم - قبل الحكم على ما إذا كان الهجين النوعى ناجحاً أم غير ناجح - محاولة إجرائه مع سلالات مختلفة من النوع البرى ، وفى ظروف بيئية متباينة . وقد يتطلب الأمر الاستعانة بأنواع قنطرية bridge species لتهجن مع النوع البرى المرغوب ، ثم يهجن الهجين النوعى الناتج من ذلك مع البطاطس ؛ الأمر الذى قد يؤدى إلى فقد نسبة كبيرة من

الجينات المرغوبة إن لم تظهر فى الانعزالات .

هذا .. ولا يعول – كثيراً – عند إنتاج الهجن النوعية فى الجنس Solanum على الهجن الجسمية somatic hybrids ؛ بسبب قصور هذه الطريقة فيما يلى :

١ – تؤدى إلى إنتاج تركيب وراثى واحد جديد دون ظهور أية انعزالات .

٢ – يحتوى الهجين الجسمى الناتج على الهيئة الكروموسومية الكاملة للنوعين المهجنين .

٣ – لا يكون الهجين الجسمى مزهراً فى أغلب الحالات ؛ وإذا أزهر .. فإن أزهاره تكون عقيمة – غالباً – بسبب عدم التوازن الجينى .

٤ – تكون التهجينات الرجعية – غالبا – أصعب من الهجن الأصلية (Sneep & Hen-driksen ١٩٧٩) .

ويتعين – قبل اختيار النوع البرى الذى يرغب فى تلقيحه مع البطاطس – أخذ الأمور التالية في الحسبان :

١ – درجة الصلة بالنوع S. tuberosum :

تساعد القرابة والصلة الشديدتان – بين النوع البرى والبطاطس المزروعة – على سهولة إجراء التلقيحات ، وسهولة نقل الجينات المرغوبة . أما الأنواع البرية البعيدة الصلة بالبطاطس .. فلا ينصح باستعمالها إلا إذا كانت تحمل جينات هامة للغاية لا تتوفر فى أى من الأنواع الأكثر قرباً من البطاطس ؛ ويرجع السبب فى ذلك إلى أن الأنواع البعيدة يصعب – غالباً – أو يستحيل تلقيحها مع البطاطس ؛ الأمر الذى قد يتطلب محاولة إجراء التلقيح على نطاق واسع ، أو تغيير مستوى التضاعف ، أو استعمال أنواع قنطرية للمساعدة على نجاح التلقيح ، أو اللجوء إلى الهجن الجسمية .

٢ – مستوى التضاعف

تعتبر الحالة الثنائية diploidy أنسب مستويات التضاعف لإجراء التلقيحات النوعية لنقل الصفات المرغوبة ؛ ولذا .. فإن من الضرورى تربية سلالات ثنائية جيدة الصفات من S. tuberosum ؛ لاستخدامها كآباء فى التلقيحات مع كل من الأنواع الثنائية والأنواع المتضاعفة هجينياً allopolyploids .

ويذكر أن الأنواع الهجينية التضاعف الرباعية Allotetraploids تتهجن بسهولة مع البطاطس الثنائية diploid ، بينما يكون من الصعب كثيراً تلقيحها مع البطاطس العادية الذاتية التضاعف الرباعية autotetraploids . ويشترط لنجاح التلقيح الأخير مضاعفة البطاطس الرباعية لتصبح ثمانية التضاعف octaploid قبل إجراء التلقيح .

٣ - طرز ومستويات ووراثة حالات المقاومة ووراثة الصفات الهامة المرغوب فيها :

بينما يسهل نقل الصفات البسيطة السائدة .. فإن الصفات الكمية يكون من الصعب نقلها ، وتزداد درجة الصعوبة مع زيادة عدد الجينات التى تتحكم فى الصفة . هذا برغم أن المقاومة الكمية للآفات تكون أشمل وأعم لمعظم سلالات الطفيل أو كلها ، وتبقى لفترات طويلة دون أن تفقد ، بعكس المقاومة البسيطة التى تكون - غالباً - متخصصة ضد سلالة معينة من الطفيل ، وتفقد فى غضون سنوات قليلة من إدخال الصنف المقاوم فى الزراعة .

واعتمادا على ما سبق بيانه .. فإن أفضلية اختيار الأنواع التى تهجن مع البطاطس فى برامج التربية تكون حسب الترتيب التنازلى التالى :

١ - الطرز الثنائية dihaploid من البطاطس S. tuberosum .

٢ - الطرز البدائية الثنائية والرباعية من البطاطس .

٣ - الأنواع البرية الثنائية من سلسلة Tuberosa .

٤ - الأنواع البرية الثنائية من سلسلتى Commersoniana ، و Megistacroloba .

٥ - الأنواع الذاتية التضاعف الرباعيةalloteoraploid من سلسلة Longipedicellata.

٦ - الأنواع السداسية التضاعف hexap;oid من سلسلة Tuberosa .

٧ - الأنواع السداسية التضاعف من سلسلة Demissa .

٨ - الأنواع الثنائية التضاعف من أنواع السلاسل البعيدة .

٩ - الأنواع العديدة التضاعف من أنواع السلاسل البعيدة (عن Hermsen ١٩٨٧) .

ويوجد اعتقاد لدى مربى البطاطس بإمكان إجراء الهجن النوعية - بين البطاطس المزروعة ومعظم الأنواع البرية - إذا أمكن تعديل مستوى التضاعف فى أى من الأبوين إلى المستوى الذى يسمح بإجراء التهجين النوعى .. إلا أن بعض الأنواع البرية الغنية بمحتواها من الجينات الهامة لم يمكن إخضاعها لتلك القاعدة . ونضرب مثالاً على ذلك .. النوعين

S. brevidens ، و S. etuberosum .. فكلاهما يعد مصدراً ممتازاً لجينات المقاومة لتكاثر فيرس التفاف أوراق البطاطس ، ولم يمكن تلقيحهما مع البطاطس . ولحالات كهذه .. اقترح نظام للتهجين مع البطاطس المزروعة ، يتضمن استخدام أنواع قنطرية ، مع تعديلات فى مستويات التضاعف الكروموسومى كمايلى :

١ - يستخدم النوعان : B_1 ، و B_2 يتميزان - إلى جانب كونهما نوعين قنطريين للتهجين المرغوب - باحتوائهما على جينات مرغوب فيها يمكن أن تنعزل فى الهجين النوعى النهائى . ومن أمثلة الأنواع القنطرية التى يمكن أن تصلح - كآباء ، أو كأمهات فى تهجينات مع أنواع معينة (S) يرغب فى تهجينها مع البطاطس - مايلى :

الأنواع التى يراد تهجينها	الأنواع القنطرية التى يمكن استخدامها	
مع البطاطس(S)	(B_1)	(B_2)
S. bulbocastanum	S. acaule (أم)	S. phureja (أب)
S. pinnatisectum	S. verrucosum (أب)	S. stoloniferum (أب)
S. brevidens	S. pinnatisectum	S. verrucosum (أم)
S. etuberosum	S. jamesii (أب)	S. acaule (أم)

٢ - تجرى سلسلة من التهجينات والتعديلات فى مستويات تضاعف الهيئات الكروموسومية كمايلى (علماً بأن T تشير إلى الهيئة الكروموسومية للبطاطس ، و تشير S إلى الهيئة الكروموسومية للنوع الذى يراد تهجينه مع البطاطس ، وتشير B_1 ، و B_2 إلى الهيئتين الكروموسوميتين للنوعين القنطريين المستخدمين ، و تشير ٢ س ، و ٤ س ، و ٥ س، و٦ س إلى مستويات التضاعف الكروموسومى):

أ - يهجن SS (٢س) كأم مع $B_1 B_1$ (٢س) كأب ، لإنتاج الهجين النوعى SB_1 (٢س) الذى يكون عقيماً .

ب - تضاعف كروموسومات الهجين النوعى SB_1 (٢س) ؛ ليصبح SSB_1B_1 (٤س) وخصباً .

جـ - يهجن SSB_1B_1 (٤س) كأم مع B_2B_2 (٢س) كأب لإنتاج الهجين النوعى الثلاثىSB_1B_2 (٣س) الذى يكون عقيماً .

د – تضاعف كروموسومات الهجين النوعى الثلاثى SB_1B_2 (٣س) ؛ ليصبح SSB_1 $B_1 B_2 B_2$ (٦ س) وخصباً .

هـ – يهجن $SSB_1 B_1 B_2 B_2$ (٦س) كأم مع البطاطس TTTT (٤س) كأب لإنتاج الهجين النوعى الرباعى $SB_1 B_2 TT$ (٥س) الذى يكون خصباً أنثوياً .

وبمجرد إنتاج هذا الهجين الخماسى التضاعف .. فإنه لا توجد أية معوقات أمام فرص تحسينه بالتهجين الرجعى إلى الأصناف التجارية (عن Hermsen ١٩٨٩) .

ومن بين الأنواع البرية التى استخدمت بالفعل فى التربية وهجنت مع البطاطس المزروعة مايلى :

١ – النوع S. demissum : استخدم كمصدر لمقاومة الندوة المتأخرة وفيرس التفاف أوراق البطاطس منذ نهاية القرن التاسع عشر ، ودخل فى التركيب الوراثى لعديد من الأصناف التجارية الشائعة .

٢ – السلالات البرية من S. tuberosum ssp. tuberosum التى تنمو فى شيلى : نقلت منها جينات المقاومة للفطر Synchytrium endobioticum ولفيرس Y البطاطس .

٣ – الصنف النباتى S. tuberosum ssp. andigena : استخدم كمصدر لمقاومة النيماتودا المتحوصلة Globodera rostochiensis ، وفيروسات : X ، و Y ، و Z .

٤ – النوع S. phureja : استخدم كمصدر لمقاومة البكتيريا Pseudomonas solanacearum .

٥ – النوع S. vernei : حُصِلَ منه على صفات المقاومة لبعض سلالات النيماتودا المتحوصلة G. pallida ، والمحتوى المرتفع من النشا .

٦ – النوع S. stoloniferum : استخدم كمصدر للمقاومة الأفقية (مقاومة الحقل Field resistance) لمرض الندوة المتأخرة ، ولفيروسى A ، و Y .

٧ – السلالة EBS 510 من النوع S. spegazzinii : استخدمت كمصدر لمقاومة الفطر المسبب للجرب scab ، والفطر Fusarium coeruleum (وقد ظهرت الصفتان فى الأجيال الانعزالية) ، وعديد من سلالات النيماتودا G. rostochiensis .

٨ – النوع S. acaule : استخدم كمصدر لمقاومة فيرس X ، كما ظهرت صفة المقاومة لفيرس التفاف أوراق البطاطس فى الأجيال الانعزالية .

ويقرر Hermsen (١٩٨٩) أن ٧٧ ٪ من أصناف البطاطس يوجد بها جينات من الأنواع البرية . إلا أن عدد الأنواع التى استخدمت فى هذا المجال لم يتعد ١٢ نوعاً من جملة الأنواع البرية المعروفة ، التى وصل عددها إلى ١٧٥ نوعاً .

كما أن الغالبية العظمى من الأصناف التجارية – التى حصلت على جينات من أنواع برية – تلقت تلك الجينات من نوعين فقط ؛ هما : S. demissum ، و S. tuberosum ssp. andigena ؛ حيث استخدم النوع الأول كمصدر لمقاومة مرض الندوة المتأخرة ، والنوع الثانى كمصدر لمقاومة النيماتودا المتحوصلة Globodera rostochiensis . وفيما يلى بيان بأهم الأنواع البرية التى نقلت منها جينات إلى أصناف تجارية من البطاطس ، وعدد تلك الأصناف ، علما بأنها تتضمن – فقط – جميع الأصناف الأوروبية ، باستثناء الأصناف المنتجة فى الاتحاد السوفيتى (سابقا) :

النوع البرى	عدد الأصناف	النوع البرى	عدد الأصناف
S. demissum	٣٣٥	S. spegazzinii	١١
S. tuberosum ssp. andigema	٢٩٨	S. chacoense	١٠
		S. microdontum	٢
S. vernei	٤١	S. verrucosum	٢
S. stoloniferum	٤١	S. sparsipilum	١
S. acaule	٣٩	S. commersonii	١
S. phureja	٢٧		

ويقرر Ross (١٩٧٨) أنه أمكن – بالفعل – نقل أية صفة جرت محاولة نقلها من الأنواع البرية إلى البطاطس المرغوبة ، وأنه لم تظهر أية صعوبة فى التخلص من الصفات غير المرغوبة بعد عدة أجيال من التلقيحات الرجعية ، بما فى ذلك صفة المحتوى المرتفع من الجلوكوسيدات التى يرتفع تركيزها فى الأنواع البرية ، والتى أمكن – دائماً – خفض تركيزها إلى المستوى العادى بعد عدد من التلقيحات الرجعية . لكن يبقى – بالرغم من ذلك – مجال واسع جداً للاستفادة من الهجن النوعية فى تربية وتحسين البطاطس ؛ نظراً لوجود نحو ٦٠ نوعاً برياً من الجنس Solanum تتهجن بسهولة مع البطاطس ، ويمكن استخدامها

كمصدر لعديد من تلصفات .

ولمزيد من التفاصيل عن كل ما يتعلق بأنواع الجنس Solanum – بما فى ذلك توزيعها الجغرافى ، ووصفها المورفولوجى ، ووضعها التقسيمى ، وأعداد كروموسوماتها ، وإمكانات التهجين بينها – يراجع Ross (١٩٨٠) ، وHawkes (١٩٧٨ ، و ١٩٩٠) .

أساسيات تداول النبات لأغراض التربية

الإزهار وعقد الثمار

تزهر معظم أصناف البطاطس التجارية ، وبعض سلالات تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena بوفرة (شكل ٥-١) ، إلا أن بعض الأصناف مثل بنج Bintje ، وكنج إدوارد King Edward نادراً ما تزهر ؛ حيث تنتج براعم زهرية لا تلبث أن تسقط قبل تفتحها (Howard ١٩٧٨) . وفى مصر .. لاتزهر معظم أصناف البطاطس ، وخاصة فى العروة الخريفية (عبد العال ١٩٦٤) .



شكل (٥ – ١) : حقل لأحد أصناف البطاطس فى أوج إزهاره .

وسائل تحفيز نباتات البطاطس للإزهار

يمكن تحفيز نباتات البطاطس للإزهار باتباع إحدى الوسائل التالية :

١ – تطعيم البطاطس على الطماطم ؛ وبذا .. لا تتكون درنات ، ويتوفر الغذاء المجهز للإزهار.

٢ – توفير المواد الغذائية المجهزة للإزهار بزراعة درنات البطاطس على قوالب من الطوب (الطابوق) ، توضع على سطح التربة متباعدة قليلاً عن بعضها البعض . تغطى الدرنات المزروعة بالرمل ، وتوالى بالرى ، إلى أن تنمو جذور النبات ، وتمتد بين قوالب الطوب إلى التربة . أما السيقان الأرضية .. فإن نموها يكون سطحياً فى طبقة الرمل أعلى قوالب الطوب . وبغسيل طبقة الرمل .. تظهر السيقان الأرضية التى يمكن – حينئذ – قطع أطرافها لكى لا تتكون الدرنات ؛ وبذا .. يتوفر الغذاء المجهز للإزهار (Sneep & Hen-driksen ١٩٧٩) .

٣ – زيادة طول الفترة الضوئية .

٤ – رش الأزهار بالأوكسينات بعد تفتحها بنحو ٢ – ٣ أيام ؛ لتقليل تساقط الأزهار . أما الرش قبل ذلك .. فإنه يؤدى إلى تكوين ثمار بكرية .

الازهار والتلقيح الطبيعى

تحمل البطاطس أزهارها فى عناقيد فى القمم النامية للسيقان . يتفرع حامل النورة – عادة – إلى فرعين ، يحمل كل منهما عنقودا من الأزهار . وتعتبر النورة محدودة كاذبة المحور cymose .

كأس الزهرة أنبوبى مفصص سفلى ، ويتكون من خمس سبلات ملتحمة على شكل فصوص رمحية ، يتكون التويج من خمس بتلات ، يختلف لونها من أبيض ناصع البياض إلى قرمزى داكن أو بنفسجى ، وقد تكون الزهرة الواحدة متعددة الألوان . توجد بكل زهرة خمس أسدية فى محيط واحد ، وتكون متبادلة مع البتلات ، والأسدية فوق بتلية ، وخيوطها قصيرة . والمتوك قائمة متقاربة تحيط بالقلم ، ولونها أصفر باهت أو برتقالى ، وقد يكون لونها – أحياناً – ضارباً إلى الذهبى ، أو الأحمر ، أو الأسود . والمتاع علوى ، ويتكون من مبيض ذى مسكنين ، وقلم واحد ، وميسم واحد .

ومعظم الأصناف القديمة من البطاطس عقيمة . أما الأصناف الحديثة .. فمعظمها

خصب ، ويعقد بعضها ثماراً بكثرة .

تتفتح الأزهار فى الصباح الباكر بعد الشروق بقليل . وتنتشر حبوب اللقاح من ثقوب توجد فى قمة المتوك فى اليوم التالى لتفتح الزهرة ؛ حيث يستقبلها ميسم الزهرة (Hardenburg ١٩٤٩) .

التلقيح الذاتى هو السائد ، أما التلقيح الخلطى .. فهو نادر الحدوث . وبرغم أن الهواء قد يحمل حبوب اللقاح ، إلا أن دوره فى التلقيح ثانوى للغاية . ويتفق الكثيرون على أن معظم البذور تنتج من التلقيح الذاتى ، إلا أن White (١٩٨٣) وجد أن إنتاج البذور ينخفض - كثيرا - عندما تعزل النباتات عن الحشرات . وعموما .. فحشرة نحل العسل لا تزور أزهار البطاطس ، بينما يزورها النحل البرى من أنواع الجنس Bombus . وتكون الزيارة بغرض جمع حبوب اللقاح ؛ لأن أزهار البطاطس خالية من الرحيق . وتساعد الزيارة على حدوث التلقيح الذاتى فى الزهرة ؛ نتيجة لما تحدثه الحشرة من اهتزازات أثناء جمعها لحبوب اللقاح . فعندما تمسك الحشرة بالمتوك بين أرجلها وتهز أجنحتها بسرعة .. فإن حبوب اللقاح تنتقل من متوك الزهرة إلى جسم الحشرة ؛ حيث تتجمع فى سلال خاصة لحبوب اللقاح فى أرجل الحشرة ، وتعلق أثناء ذلك كمية من حبوب اللقاح على أرجل الحشرة ، تكفى لإتمام عملية التلقيح . وحتى إذا تم التلقيح بمساعدة النحل البرى بهذه الطريقة .. فإنه يكون ذاتياً ؛ لأن حبوب اللقاح تنتقل من المتوك إلى ميسم الزهرة نفسها ، أو مياسم الأزهار الأخرى على نفس النبات ، أو على النباتات الأخرى فى الحقل ، والتى تكون جميعها من سلالة خضرية واحدة ومتماثلة تماماً فى تركيبها الوراثى . ولا يحدث التلقيح الخلطى إلا إذا كانت أرجل النحل البرى ملوثة بحبوب لقاح من أصناف أخرى قبل وصوله إلى الحقل .

الثمار والبذور

ثمرة البطاطس عنبة كروية ، ويبلغ قطرها من ١٢ - ٢٥ مم ، لونها أخضر عادة ، إلا أنها قد تكون قرمزية أو سوداء عند النضج . وتتكون الثمرة من مسكنين ، وتحتوى على بذور كثيرة توجد معلقة فى المشيمة . ويتراوح عدد البذور فى الثمرة الواحدة من صفر إلى ٣٠٠ بذرة حسب الصنف ، والبذور صغيرة للغاية ، ولايتعدى وزن البذرة الواحدة ٦ر٠ ملليجراماً .

والبذور مسطحة بيضاوية ، أو كلوية الشكل ، لونها أصفر إلى بنى مصفر .

طريقة إجراء التلقيحات اليدوية

تجرى التلقيحات اليدوية فى البطاطس - لأغراض التربية - كمايلى :

١ - تزال المتوك من أزهار نباتات الأمهات قبل تفتحها بيوم أو يومين ، ثم تكيس الأزهار المخصية ومعها ورقة أو ورقتان من أوراق النبات لحمياتها من الجفاف . وغنى عن البيان أن عملية الخصى - هذه - لا تجرى للأصناف العقيمة ذاتياً . هذا .. وتزال حميع الأزهار والبراعم الزهرية الأخرى - التى توجد على النبات - بعد خصى العدد المطلوب من الأزهار .

٢ - تكيس كذلك أزهار نباتات الآباء قبل تفتحها ، ثم تجمع منها حبوب اللقاح على ظفر الإبهام بالطرق على الزهرة بلطف .

٣ - يجرى التلقيح بحك ميسم الزهرة المؤنثة المخصية - برفق - على ظفر الإبهام حتى يغطى بحبوب اللقاح ، ويكون ذلك بعد خصى الزهرة المؤنثة بيوم أو يومين .

٤ - تغطى الأزهار الملقحة بكيس ورقى مرة أخرى ، على أن تزال الأكياس عند بدء نمو مبايض الأزهار (Stevenson & Clark ١٩٣٧) .

مشاكل التلقيحات اليدوية ووسائل معالجتها

إن أكبر مشاكل التلقيحات اليدوية - لأغراض التربية - فى البطاطس هى :

١ - عدم إزهار بعض الأصناف والسلالات إلا فى ظروف معينة ، وبمعاملات خاصة . وقد سبق بيان كيفية تحفيز مثل هذه النباتات للإزهار .

٢ - انتشار ظاهرة العقم الذكرى فى نسبة كبيرة من الأصناف .

٣ - سقوط الأزهار الملقحة بسبب عقد عدد كافٍ من البذور بها . وتعالج هذه الحالة بالمعاملة بالأوكسينات - بعد التلقيح - كما سبق أن أسلفنا ، أو بمعاملة البراعم الزهرية - وهى فى مرحلة مبكرة من تكوينها - بمركب ثيوكبريتات الفضة Silver thiosulphate .

وقد أفادت هذه المعاملة فى منع تساقط الأزهار بعد إجراء التهجين النوعى بين البطاطس S. tuberosum ، والنوع S. chacoense (Rahimi & Carter ١٩٨٩) .

٤ - ربما لا تتوافق مواعيد التزهير بين الأصناف التى يراد تلقيحها معاً ، ويعالج ذلك

بجمع وتخزين حبوب لقاح الأصناف التى تزهر أولاً ، علما بأن حبوب اللقاح تحتفظ بحيويتها لمدة شهر على حرارة ٥ ر٢°م (Howard ١٩٧٨) . وأمكن خزن حبوب اللقاح بصورة جيدة لمدة عام - على الأقل - فى حرارة تقل عن درجة التجمد ، وجربت لذلك بنجاح درجات حرارة - ٤ ، و- ١١ ، و- ٣٠°م (Smith ١٩٦٨) . كما أمكن تخزين المتوك الجافة لمدة عامين على حرارة - ٢٠°م دون أن تتأثر حيوية حبوب اللقاح .

ويفيد تخزين حبوب اللقاح من موسم لآخر فى إجراء التلقيحات فى مواسم مختلفة دونما حاجة إلى إعادة زراعة سلالات الآباء .

استخراج البذور

تترك الثمار لأيام قليلة حتى تذبل ، ثم تدهك ، ويترك اللب مع البذور فى مكان دافىء ليتخمر ، ويلى ذلك استخلاص البذور بالغسيل بالماء عدة مرات كما فى الطماطم . هذا .. وتكون نسبة إنبات البذور المستخرجة بطريقة التخمر أعلى من مثيلتها المستخرجة بالطرق الآلية . ولكن الطريقة الأخيرة لا تستعمل - على أية حال - إلا فى إنتاج البذور الحقيقية لأغراض التكاثر . ويمكن - عندما يكون عدد ثمار كل تلقيح صغيراً - الاكتفاء بهرس الثمرة على ورقة نشاف ، وتركها فى مكان ظليل إلى أن تجف .

زراعة البذور

تزرع بذور البطاطس قبل موعد الزراعة الطبيعى بشهرين . تكون الزراعة سطحية على عمق حوالى نصف سنتيمتر فى بيئة معقمة خفيفة مثل البيت موس والفيرميكيوليت . تنبت بذرة البطاطس إنباتاً هوائياً ، وتظهر الفلقتان أعلى سطح التربة نتيجة لاستطالة السويقةالجنينية السفلى . يبرز الجذير من فتحة النقير بالبذرة ، ثم ينمو ليكون جذراً وتدياً لايلبث أن يتفرع ؛ مكوناً جذواراً جانبية كثيرة . وتكون الأوراق الأولى على هذا النبات بيضاوية الشكل ، وبها شعيرات كثيرة .

بعد وصول البادرات إلى الحجم المناسب للشتل .. فإنها تشتل فى الحقل على مسافات واسعة لدراستها ، أوتشتل فى قصارى صغيرة ؛ لتنمو فيها لأسابيع قليلة قبل أن تشتل فى الحقل ، أوتشتل فى الحقل ، أوتشتل فى قصارى قطرها ١٠سم ، وتترك بها إلى أن تقيم .

تسمح القصارى التى يبلغ قطرها ١٠سم بتكوين درنة بحجم مناسب للتقييم . أما القصارى الأصغر حجماً .. فإنها تسمح بتقييم عدد كبير من البادرات ، إلا أن الدرنات المنتجة فيها تكون صغيرة الحجم ، ويحدث العكس إذا كانت القصارى أكبر من ١٠سم (Smith ١٩٦٨) . تتكون السيقان الأرضية Stolons على النبات وهو مازال صغيراً - لا يتعدى طوله سنتيمترات قليلة - وتنشأ فى آباط الأوراق الفلقية . تتجه هذه السيقان نحو الأرض لتخترقها ، ثم تكون - بعد ذلك - درنات صغيرة فى أطرافها . وقد تتكون درنات أخرى صغيرة بنفس الطريقة ، بعد أن تنشأ سيقان أرضية مماثلة من آباط الأوراق الأخرى القريبة من سطح التربة (Cutter ١٩٧٨) .

وكما سبق بيانه .. فإنه لا ينتقل عن طريق البذور سوى عدد قليل جداً من فيروسات البطاطس ؛ أهمها فيرس الدرنة المغزلية ؛ لذا .. فإن البادرات الناتجة من زراعة البذور تكون خالية تماماً من الإصابات الفيروسية ، وتلزم حمايتها من أية إصابات محتملة بإنتاجها فى صوبات محمية خالية من المن ، الذى يمكن أن ينقل إليها عديداً من الفيروسات .

سكون البذور

تمر بذور البطاطس - بعد حصادها - بفترة راحة (سكون) لا تنبت خلالها البذور حتى ولو تهيأت لها الظروف المناسبة للإنبات . ولما كانت هذه الظاهرة تعيق عمل المربى .. فإن دراستها تهمه بالدرجة الأولى .

تتراوح طول فترة سكون البذور من عدة أسابيع إلى عدة شهور فى الأصناف التجارية ، وإلى سنة فى أنواع أخرى ثنائية التضاعف ورباعية التضاعف من الجنس Solanum ، وإلى عدة سنوات فى بعض الأنواع البرية من نفس الجنس . وربما يرجع سكون البذور إلى بطء وصول الأكسجين إلى الجنين ، الذى يكون محاطاً بطبقة سمكية من نسيج النيوسيلة .

ويعتقد أن سكون البذور يرتبط بسكون الدرنات ، وأنه يتحكم فيهما نفس النظام البيولوجى ؛ لذا .. يرى البعض أن من الخطورة استخدام البذور السريعة الإنبات ، وترك البذور التى يتأخر إنباتها ؛ لأن ذلك قد يعنى الانتخاب - غير المباشر - لنقص فترة السكون فى الدرنات ، وهى صفة غير مرغوبة (Howard ١٩٧٨) .

وتستمر حالة سكون البذور مادام تخزينها فى جو بارد . أما التخزين فى درجة حرارة الغرفة .. فإنه يؤدى إلى تحسين الإنبات تدريجياً . ففى إحدى الدراسات .. كانت نسبة إنبات البذور أعلى بعد تسعة شهور من التخزين عما بعد الحصاد مباشرة ، وازدادت نسبة الإنبات بعد سنة أخرى من التخزين فى حرارة الغرفة .

وقد أمكن التغلب على حالة السكون فى البذور بمعاملتها بالجبريللين ، أو بهيبوكلوريت الكالسيوم . كما كانت نسبة إنبات البذور أفضل فى حرارة متغيرة مقدارها ٢٠ / ٣٠°م (ليل / نهار) ؛ مقارنة بالإنبات فى حرارة ثابتة مقدارها ٢٥°م (Smith ١٩٦٨) .

تخزين البذور

قد يتطلب الأمر تخزين بذور البطاطس لعدة سنوات قبل زراعتها ، ويمكن فى حالات كهذه تخزين البذور بحالة جيدة لفترات طويلة مادامت مجففة جيداً ، وكان الهواء المحيط بها جافاً . فقد أمكن خزن بذور البطاطس الجافة - لأكثر من مئة صنف - فى جو الحجرة العادى لمدة ١٠سنوات دون أن تفقد حيويتها ، ودون أن تلاحظ أية فروق بينها ؛ حيث كانت جميعها عالية الحيوية . كذلك أنبتت البذور التى خزنت لمدة ١٥ ، أو ٢٠ سنة بصورة جيدة ، إلا أن إنباتها كان أبطأ من إنبات البذور التى خزنت لمدة عشر سنوات فقط (Barker & Johnston ١٩٨٠) .

وبالنسبة للتخزين فى درجات الحرارة المنخفضة .. وجد أن بذور البطاطس تحتفظ بحيويتها - بشكل جيد - لمدة ١١ سنة على درجة ٤ ر٤°م ، وكان الإنبات أفضل بعد ١٣ سنة عندما كان التخزين على درجة الصفر المئوى . وفى دراسة أخرى .. أمكن تخزين البذور بحالة جيدة لمدة ٢٠ سنة - على الأقل - على درجة ٢٠°م تحت الصفر . كذلك جرب التخزين فى النيتروجين السائل على درجة - ١٩٦°م؛ حيث وجد أنه لم يحدث أى ضرر للبذور التى خزنت فيه ، والتى شملت على بذور ١٥ نوعاً تكون الدرنات من أنواع الجنس <u>Solanum</u> ؛ مما ينبىء بإمكانية تخزينها بهذه الطريقة لفترات طويلة (Towill ١٩٨٢) .

تنحصر أوجه الاستفادة من ظاهرتى العقم الذكرى وعدم التوافق فى إنتاج بذور الهجن التجارية ، وهو أمر لم يكن له أية أهمية بالنسبة للبطاطس إلى الوقت الحاضر . هذا .. إلا أن التوسع المتوقع -مستقبلاً- فى استخدام البذور الحقيقية فى إنتاج البطاطس يمكن أن يقود إلى إنتاج أصناف هجين تكثر بتلك الطريقة ، ويمكن -حينئذ- الاستفادة من هاتين الظاهرتين فى إنتاج الهجن . كذلك تفيد دراسة الظاهرتين فى تجنب المشاكل التى قد تنشأ من أى منهما عند إجراء التلقيحات بين الأصناف ، أو الهجن النوعية لأغراض التربية .

تنتشر ظاهرة العقم الذكرى فى عدد كبير من أصناف البطاطس ؛ وترجع هذه الظاهرة إلى عامل وراثى واحد سائد فى بعض الأصناف ، وإلى عوامل متنحية فى أصناف أخرى ، وإلى عوامل وراثية وسيتوبلازمية فى مجموعة ثالثة من الأصناف .

كذلك تنتشر ظاهرة عدم التوافق - من النوع الجاميطى - فى عدد كبير من الأنواع الثنائية التضاعف من الجنس <u>Solanum</u> وتشمل أنواعا مزروعة وأخرى برية . وبرغم احتواء البطاطس المزروعة (الرباعية) <u>S. tuberosum</u> على عوامل عدم التوافق .. إلا أنها متوافقة ذاتياً . وربما يرجع ذلك إلى التفاعل التنافسى Competitve Reaction بين عوامل عدم التوافق فى الطرز المتضاعفة ؛ فنجد أن حبة اللقاح ذات التركيب الوراثى S_1 S_2 يمكنها الإنبات على أى ميسم ؛ بما فى ذلك المياسم التى تحمل الأليلين S_1 ، و S_2 مثل $S_1 S_1 S_2 S_2$.

أما حبوب اللقاح ذات التركيب الوراثى $S_1 S_1$ ، أو $S_2 S_2$ .. فإنها لا تستطيع الإنبات على المياسم ذات التركيب الوراثى $S_1 S_1 S_2 S_2$ (Howard ١٩٦٩) . وبالرغم من ذلك .. فإن البطاطس المزروعة تتشابه مع الأنواع الثنائية فى كونهما خلطياً التلقيح فى الطبيعة ، وأنهما يتعرضان للتدهور فى قوة النمو إذا ما أخضعتا للتربية الداخلية .

استخدامات مزارع الأنسجة فى مجال تربية البطاطس

تعد البطاطس من أكثر المحاصيل الزراعية التى طبقت عليها مختلف تقنيات مزارع الأنسجة فى مجالات الإنتاج والتربية ، وحفظ وتداول الجيرمبلازم . ونقدم - فيمايلى -

عرضاً سريعاً لأنواع مزارع الأنسجة التى ينتشر استعمالها فى البطاطس ومجالات الاستفادة منها :

١ - مزارع القمة الميرستيمية Meristem Culture

تعد مزارع القمة الميرستيمية هى الطريقة الوحيدة المستخدمة لتخليص أصناف وسلالات البطاطس من الفيروسات - بصورة مؤكدة - دون أن يترتب على ذلك حدوث أية تغيرات وراثية . وتنتشر تلك الطريقة - حالياً - على نطاق واسع لهذا الغرض ؛ بسبب كثرة الفيروسات التى تصيب البطاطس جهازياً . كذلك تعد القمم الميرستيمية المزروعة هى الجزء النباتى المفضل لحفظ الجيرمبلازم فى درجات الحرارة الشديدة الانخفاض ؛ كالحفظ فى النيتروجين السائل على درجة حرارة - ١٩٦°م .

٢ - مزارع القمة الخضرية Shoot Tip Culture

تستخدم مزارع القمة الخضرية - حالياً - على نطاق واسع ؛ كوسيلة سريعة لإكثار السلالات الخضرية الخالية من الفيرس تحت ظروف تسمح باستمرار خلوها منه . كما يمكن بالمعاملة بالمركبات الكيميائية المضادة للفيروسات - مثل رايبافيرن ribavirin -إنتاج نباتات خالية من الفيرس من مزارع القمة الخضرية ، علما بأن تقنياتها أسهل كثيراً من تقنيات مزارع القمة الميرستيمية .

٣ - مزارع العقل الساقية Nodal Segment Cuttings

تستخدم مزارع العقل الساقية - مع القمة الخضرية - فى الإكثار السريع للأصناف والسلالات الخضرية الخالية من الفيروسات .. علما بأن النباتات المكثرة بأى من الطريقتين لاتحدث بها أية تغيرات وراثية ، مقارنة - مثلاً - بالنباتات التى تنتج من مزارع الكالس . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Wooster & Dixon (١٩٨٧) .

٤ - مزارع الكالس Callus Culture

تستخدم مزارع الكالس للحصول على اختلافات وراثية تظهر كطفرات فى مزارع الكالس . وترجع أهمية ذلك إلى أن النباتات التى تظهر بها هذه الطفرات تنشأ - غالباً -

من خلية واحدة ؛ وبذا .. فإن الطفرة تظهر فى جميع أنسجة النبات ، بعكس حالات الكايميرا Chimera التى تشمل جزءاً محدوداً من أنسجة النبات ، والتى تنشأ من طفرات تحدث فى إحدى خلايا النسيج أثناء نموه .

٥ - مزارع المتوك Anther Cltture

تنجح مزارع المتوك بشكل طبيعى مع البطاطس ، ويمكن - عن طريقها - خفض مستوى التضاعف فى الأصناف المزروعة من المستوى الرباعى autotetraploidy (٢ن = ٤س = ٤٨) إلى المستوى الثنائى dihaploidy (٢ن = ٢س = ٢٤) ، ثم إلى المستوى الأحادى monohaploidy (٢ن = س = ١٢) . فإذا تحقق ذلك .. أمكن إنتاج سلالات أصيلة بمضاعفة الكروموسومات . كما يمكن - عن طريق الانتخاب - إنتاج أصناف صادقة التربية تكثر بذرياً ، وسلالات تصلح لإنتاج هجن بذرية تتميز بقوة الهجين . ويسمح ذلك كله بتحويل البطاطس من محصول يكثر بالدرنات إلى محصول يكثر بالبذور ، وبذا .. يمكن التخلص من أكبر مشكلة تواجه زراعة البطاطس فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية ، ألا وهى صعوبة إنتاج تقاوٍ محلية تكون خالية من الفيروسات فى الوقت الذى ترتفع فيه أسعار التقاوى المستوردة .

وفضلاً عما تقدم .. فإن الطفرات التى تظهر فى الخلايا الأحادية - من خلال برنامج للتربية بالطفرات ، أو بتقنيات الهندسة الوراثية - يمكن ظهورها بشكل مباشر وعلى مستوى النبات كله حتى ولو كانت متنحية .

إن الطريقة الاعتيادية لخفض مستوى التضاعف فى البطاطس هى اللجوء إلى التوالد البكرى الأنثوى Female Parthenogensis . وبرغم توفر تلك الطريقة إلا أن مزارع المتوك تفضلها للأسباب التالية :

أ - يتوفر - بكل زهرة - عدد من التراكيب الوراثية المختلفة فى حبوب اللقاح أكثر بكثير من تلك التى تتوفر فى البيضات . ويمكن الحصول - من مزارع المتوك - على عدد من النباتات الأحادية ، يزيد عدة أضعاف على عدد النباتات التى يمكن الحصول عليها بالتوالد البكرى الأنثوى .

ب - لا ينتج التوالد البكرى الأنثوى سوى نباتات قليلة جدا فى بعض الأنواع البرية من

الجنس Sloanum ، بينما تنجح مزارع المتوك مع جميع الأنواع ، وتعد هذه وسيلة فعالة للحصول على النباتات الأحادية .

جـ - إن معظم النباتات الأحادية التى تنتج من مزارع المتوك تتضاعف - تلقائيا- إلى الحالة الثنائية ، دونما حاجة إلى المعاملة بالكولشيسين .

٦ - مزارع البروتوبلازم Protoplast Culture

تتميز مزارع البروتوبلازم بأن النباتات التى تنتج منها تنشأ من خلايا مفردة ؛ ولذلك أهميته الكبيرة بالنسبة للتربية بالطفرات ، والهندسة الوراثية ، والتهجينات الجسمية somatic hybridization . وقد أمكن - بواسطة مزارع البروتوبلازم - إنتاج أصناف جديدة رباعية التضاعف من البطاطس ، وهجن نوعية جسمية بدمج بروتوبلازم البطاطس مع كل من الطماطم ، والنوع S. chacoense ، كما أنتج هجين جسمى نوعى بين البطاطس الثنائية dihaploid ، والنوع S. nigrum . كذلك أمكن إنتاج هجين جسمى بين أحد أصناف البطاطس والنوع S. brevidens ، وهجين جسمى آخر بين النوع S. brevidens وطراز بدائى ثنائى من البطاطس . وقد كان الهجين الأول عقيما عقما تاماً وسداسى التضاعف ، بينما كان الهجين الثانى خصباً جزئياً ورباعى التضاعف هجينياً .

هذا .. وتتوفر أسباب جيدة لإثارة الشكوك حول الهجن الجسمية بين الأنواع التى لا تهجن جنسيا ، وهى :

١ - قد يحدث فقد لبعض كروموسومات الهجين الجسمى يؤدى إلى العقم .

٢ - إذا لم تفقد بعض الكروموسومات .. فإن التقارن التفاضلى Preferential Pairing ربما يمنع تبادل الجينات بين الكروموسومات الأبوية .

٣ - ربما يكون التلقيح الرجعى للبطاطس فى نفس صعوبة التهجين النوعى الجنسى ؛ الأمر الذى يتطلب إنتاج هجين حسمى آخر ، وهو ما قد يزيد من عدد الكروموسومات إلى المستوى الذى لا يتوقع معه أن يكون الانقسام الاختزالى طبيعياً .

وبالرغم من ذلك .. فإن مزارع البروتوبلازم يمكن أن تفيد فى أغراض الهندسة الوراثية لنقل الجينات الهامة من الأنواع البرية إلى البطاطس ، دونما حاجة إلى القلق بشأن أى تدهور فى صفات النبات أو صفات الجودة .

ولكن المشكلة هى أن معظم صفات البطاطس الهامة كمية ، ومن الصعب – كثيراً – نقلها بطرق الهندسة الوراثية .

وعن الاختلافات الوراثية التى تظهر فى مزارع البروتوبلازم .. يراجع Bright وآخرون (١٩٨٣) .

٧ - حفظ الجيرمبلازم

إن حفظ الأعداد الكبيرة من سلالات الجنس Solanum التى تكون درنات ، والتى تتوفر فى مراكز وبنوك الجيرمبلازم يتطلب زراعة الدرنات سنويا ، وهو أمر باهظ التكلفة ، ويعرض السلالات للإصابات الفيروسية ؛ لذا .. فإن حفظ الجيرمبلازم – عن طريق مزارع الأنسجة – يعد هو البديل المنطقى لعملية الزراعة السنوية .

وقد أمكن حفظ السلالات الخضرية – بعد تخليصها من الفيرس – كنباتات مزارع صغيرة Plantlets ، أو كدرنات صغيرة microtubers فى مزارع معقمة . ويعد حفظ هذه السلالات في النيتروجين السائل على درجة – ١٩٦°م طريقة فعّالة لتوفير مصدر من السلالات الأصلية لعملية الإكثار الدورية . كذلك تفيد هذه الطرق فى تسهيل تبادل الجيرمبلازم عبر الحجر الزراعى بين الدول . ويمكن الحصول على مزيد من التفاصيل عن حفظ الجيرمبلازم فى صورة مزارع أنسجة بمراجعة Henshaw وآخرين (١٩٨٠) .

ولمزيد من التفاصيل العملية عن جميع أنواع مزارع الأنسجة المستخدمة فى البطاطس.. يراجع Wang & Hu (١٩٨٥) .

٨ - الهندسة الوراثية

تفيد الهندسة الوراثية فى نقل جينات معينة مرغوب فيها من الأنواع البرية – قريبة كانت ، أم بعيدة عن البطاطس – إلى الأصناف التجارية الناجحة من المحصول دونما حاجة إلى الدخول فى تعقيدات التلقيحات الرجعية ، والانتخاب للصفات البستانية وصفات الجودة لسنوات عديدة بعد إجراء الهجين النوعى . هذا .. فضلاً على أن البطاطس – كمحصول خضرى التكاثر – لا يمكن تربيته بطريقة التهجين الرجعى ؛ بمعنى أنه لا يمكن نقل صفة

مرغوب فيها إلى صنف مفضل ، دون أن تحدث تغيرات وراثية جوهرية فى الصنف ، تحيله إلى صنف جديد ، قد يكون أفضل ، أو أقل جودة من الصنف الأصلى ، ولكنه لا يكون مماثلاً له أبداً . ولكن هذا الأمر ممكن – نظرياً – بطريق الهندسة الوراثية .

وقد بذلت محاولات فى هذا الشأن باستخدام البكتيريا Agrobacterium tumfaciens ولكنها مازالت فى طور التجارب . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Flavell (١٩٨٧) ، و Ooms (١٩٨٧) .

طرق التربية

تتبع طرق خاصة فى تربية البطاطس ، ويعتمد اختيار هذه الطرق على الحقائق التالية :

١ – البطاطس محصول خضرى التكاثر

يعد التكاثر الخضرى ميزة كبيرة لمربى البطاطس ، لأنه يمكن المربى من إكثار أى تركيب وراثى مرغوب دونما حاجة إلى جعله صادق التربية ؛ حيث يقنع المربى بالشكل الظاهرى للنبات المرغوب فيه ، مادام هذا الشكل انعكاساً حقيقياً لتركيبه الوراثى ، دون أن يهتم بتوصيل هذا التركيب الوراثى إلى حالة الأصالة الوراثية .

ولكن يعيب التكاثر الخضرى إصابة البطاطس بعديد من الأمراض الفيرسية التى تنتقل من جيل لآخر عن طريق الدرنات . فإذا أصيبت جميع نباتات إحدى السلالات الخضرية بفيرس ما .. لزم تخليصها منه ، ليمكن الاستفادة منها فى برامج التربية .

ويتم تخليص النباتات من الفيروسات ؛ بالإكثار الدقيق بواسطة مزارع القمة الميرستيمية التى تكون خالية من الإصابات الفيروسية . وبسبب مشكلة الإصابات الفيروسية .. فإن برامج تربية البطاطس تجرى غالباً فى المناطق الباردة التى يقل فيها نشاط حشرة المن .. الناقل الرئيسى لعدد كبير من فيروسات البطاطس .

٢ – البطاطس نبات خليط وراثياً

يعد نبات البطاطس على درجة عالية من الخلط الوراثى heterozygosity ؛ وعليه .. فإنه تلزم زراعة عدة آلاف من النباتات فى الجيل الثانى لأى تلقيح ؛ لكى يمكن الحصول

على أحد التركيبات الوراثية المرغوبة .

ويذكر Smith (١٩٦٨) أنه يفحص - فى الولايات المتحدة - نحو ٣٠٠ ألف بادرة بطاطس سنويا (قبل عام ١٩٦٨) ، بينما لا ينتج سوى ستة أصناف كل عام ، ولا ينجح وينتشر فى الزراعة سوى عدد قليل منها .

إن احتمال أن تصبح أية بادرة - من أى تلقيح - صنفاً جديداً لهو احتمال ضعيف للغاية . وأول مايجب على مربى البطاطس أخذه - فى الحسبان - هو الواقعية ؛ لأن " الصنف الكامل " ليس له وجود ، وهناك من الأسباب ما يجعلنا نعتقد باستحالة تواجده . خذ - مثلاً - ما يحدث عند انتخاب البادرات التى يمكن أن تكون إحداها أساساً لصنف جديد بعد إجراء التلقيح المرغوب .

يلزم - أولا - اختيار البادرات التى يكون نضج درناتها فى الموعد المرغوب ؛ لإخضاعها لاختبارات الصفات الاقتصادية الهامة التى نفترض أنها تكون مستقلة فى وراثتها . فإذا افترضنا أن الانتخاب يكون على مستوى ١٠ ٪ (أفضل ١٠ ٪ من السلالات) بالنسبة لصفات المحصول ، وشكل الدرنة ، والتشقق ، والصفات الأكلية ، والمقاومة للندوة المتأخرة ، والمقاومة لفيرس التفاف الأوراق ، والجرب ، وعلى مستوى ٢٠ ٪ بالنسبة لصفات حجم الدرنة ، وطبيعة النمو الخضرى ، واللون الداخلى ، والمقاومة لأربعة أمراض أخرى ، وعلى مستوى ٥٠ ٪ بالنسبة لصفات لون الجلد ، ومقاومة التثألل ، والمقاومة لفيرس Y البطاطس ..فإن السلالة التى تكون مرضية للمربى وتحتوى على السبع عشرة صفة المرغوبة تظهر بمعدل مرة فى كل ١٠ ملايين بادرة . هذا ..مع العلم بأن أشد حالات الانتخاب (على مستوى١٠٪) ليس شديداً فى واقع الأمر ، ولم يفترض حدوثه إلا بالنسبة لسبع صفات فقط. وحتى إذا ماأجرى الانتخاب على مستوى ٥٠٪ بالنسبة لجميع الصفات..فإن احتمال ظهورالتركيب الوراثى المرغوب لايتعدى واحداً فى كل ١٥٠٠٠٠ بادرة .

ويستنتج من ذلك أن على المربى أن يهتم بعدد أقل من الصفات ، أو أن يجرى الانتخاب على مستوى أقل شدة . ومن الطبيعى أن الارتباطات غير المرغوبة بين الصفات تجعل الانتخاب أكثر صعوبة (عن Howard ١٩٧٨) .

٣ - البطاطس نبات رباعى التضاعف

إن كون البطاطس رباعية التضاعف يعنى أن كل جين يوجد ممثلاً أربع مرات . فلو فرض وجود آليلين لجين ما .. فإن ذلك يعنى توفر خمسة تراكيب وراثية مختلفة لهذا الجين . وفى حالة غياب السيادة .. يكون لكل تركيب وراثى شكل ظاهرى خاص به . وقد يمكن التمييز بين هذه التراكيب الوراثية ، ويتوقف ذلك على مدى تأثر الصفة بالعوامل البيئية ، ومدى حساسية الأجهزة المستخدمة فى قياس تلك الصفة .

أما إذا كان عدد الجينات التى تتحكم فى الصفة اثنين ، وكان لكل منهما آليلان .. فإن عدد التراكيب الوراثية الممكنة يصبح ٢٥ . فإذا كان الجينان المتحكمان فى الصفةمتساويين فى تأثيرهما ، ولا يتفاعلان معاً .. فإن الأشكال المظهرية تكون ممثلة كالتالى :

شكل مظهرى واحد يكون ممثلاً بخمسة تراكيب وراثية .

شكلان مظهريان يكون كل منهما ممثلاً بأربعة تراكيب وراثية .

شكلان مظهريان يكون كل منهما ممثلاً بثلاثة تراكيب وراثية .

شكلان مظهريان يكون كل منهما ممثلاً بتركيبين وراثيين .

شكلان مظهريان يكون كل منهما ممثلاً بتركيب وراثى واحد .

ويعنى ذلك استحالة التعرف على التركيب الوراثى من الشكل الظاهرى للفرد ، حتى فى غياب السيادة .

أما إذا كانت الصفة كمية ، ويتحكم فيها - مثلاً - ١٠ جينات ، وكانت الجينات متساوية فى تأثيرها على الصفة ، ولا تتفاعل مع بعضها البعض .. فإن عدد التراكيب الوراثية الممكنة يصبح ٩٧٦٥٦٢٥ ، بينما لا يتوفر سوى ٤١ شكلاً مظهرياً ، منها اثنان فقط يكون كل منهما ممثلاً بتركيب وراثى واحد . فإذا علمنا باحتمال وجود درجات مختلفة من السيادة والتفوق بين مختلف الآليلات والجينات ، واحتمال عدم تساوى الجينات فى تأثيرها .. لأمكننا

تقدير مدى صعوبة التعرف على التركيب الوراثى المرغوب من الشكل الظاهرى للفرد . ومما يزيد من تعقيد المشكلة .. أن معظم الصفات الاقتصادية الهامة - مثل المحصول والكثافة النوعية - ذات درجات توريث منخفضة جدا ، وتتأثر - بشدة - بالعوامل البيئية (Plaisted ١٩٦٦) .

تربية البطاطس بطرق التهجين والانتخاب

تتبع الخطوات التالية - عادة - فى برامج تربية البطاطس بالتهجين والانتخاب :

١ - تختار الآباء التى تهجن معاً لبدء برنامج التربية ، وتكون -عادة - من الأصناف ذات الصفات البستانية المرغوبة والمقاومة للأمراض الهامة . تلقح هذه الأصناف معاً ، ويوصى بإجراء هذه الخطوة فى بيت محمى (صوبة) ؛ لكى لا يحدث أى خلط وراثى . وتفضل خطوة التلقيحات بين الأصناف - هذه - عن التلقيح الذاتى الذى يجرى أحياناً . ويفضل - دائماً - أن يكون أحد الآباء صنفاً تجارياً ناجحاً ذا صفات بستانية مرغوب فيها . يهجن هذا الصنف - الذى يكون من تحت النوع S. tuberosum ssp. tuberosum - مع أحد الأصناف التجارية التابعة لتحت النوع S. tuberosum ssp. andigena إن أمكن . فإن لم يتوفر صنف مناسب من مجموعة Andigena .. استخدم صنف من الأنواع الثنائية المزروعة للجنس Solanum . فإن لم تتوفر الصفة أو الصفات المطلوبة فى أى منهما .. تستخدم الأنواع البرية كبديل أخير لها .

تزرع البذور التى تنتج من التلقيحات فى مواجير أو أحواض لإنتاج الشتلة ، وتبقى فيها البادرات إلى أن تصل إلى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية إلى الرابعة ؛ حيث تشتل - حينئذ - فى قصارى ٨ سم ؛ لتبقى فيها لحين النضج ، أو إلى أن تصلح الدرنات المتكونة فيها للزراعة .

٢ - تزرع - فى السنة الثانية - الدرنات التى كونتها البادرات فى السنة الأولى ، وتنتخب أفضل الجور (hill selection) عند الحصاد على أساس الصفات البستانية ؛ مثل : المحصول الظاهر apparent yield ، وشكل الدرنات ، وعمق العيون ، ولون الجلد ، واللون الداخلى . يستبعد - على أساس هذا التقييم - نحو ٩٧ - ٩٩ ٪ من الجور ،

ويحافظ على درنات بقية الجور لمزيد من التقييم .

٣ - تزرع - فى السنة الثالثة - الدرنات التى سبق انتخابها ، فى خطوط بمعدل ١٠ جور من كل سلالة ، على مسافة ٢٥ سم بين الجور . تقيم - فى هذا العام - صفات النمو الخضرى ، وموعد النضج ، والمحصول ، والصفات البستانية . تنتخب - على أساس هذا التقييم - من ١٥ - ٢٠ ٪ فقط من السلالات ، ويحتفظ بنحو ١٠ كجم من درنات كل سلالة منها .

تؤدى دورتا الانتخاب - فى السنتين الثانية والثالثة - إلى خفض عدد النباتات من ٥٠ ألف بادرة -التى يبدأ بها البرنامج -إلى نحو ٢٥٠ سلالة خضرية ، وتكون الصفات البستانية هى الأساس التى يبنى عليه الانتخاب فى كلتا الدورتين .

٤ - تزرع - فى السنة الرابعة - درنات السلالات التى سبق انتخابها ، فى خطوط بمعدل ٥٠ جورة من كل سلالة ، على مسافة ٢٥ سم بين الجور . تقيم السلالات على أساس المحصول النسبى ، والكثافة النوعية ، وصفات الشبس ، والصفات التصنيعية الأخرى ، كما تقيم مدى حساسية الدرنات للاخضرار ، وتجرى اختبارات حقلية وداخل البيوت المحمية لمقاومة الأمراض المختلفة . وبناء على هذا التقييم .. تنتخب ٣٠ - ٤٠ سلالة فقط للإكثار والاختبار فى مناطق مختلفة .

٥ - يجرى - فى السنة الخامسة ومايليها - مزيد من الاختبارات ، مع خفض عدد السلالات المنتخبة سنوياً ، إلى أن تصل إلى سلالة واحدة أو أكثر ، تكون كل منها أساساً لصنف جديد (Akeley ١٩٦٦) .

هذا .. وتختلف تفاصيل خطوات برنامج التربية من محطة بحثية لأخرى ، ولكنها تتفق فى الإطار العام الذى سبق بيانه . وعلى سبيل المثال .. يعطى Howard (١٩٧٨) الأرقام المبينة فى جدول (٥ - ٢) عن أعداد النباتات أو السلالات المنتخبة سنوياً فى برنامج التربية المتبع فى معهد تربية النبات بكمبردج Cambridge فى إنجلترا . وللتفاصيل الخاصة ببرامج تربية البطاطس المتبعة فى هولندا .. يراجع Sneep & Hendriksen (١٩٧٩) .

جدول (٥ -٢) : أعداد النباتات أو السلالات المقيمة أو المنتخبة سنوياً - فى برامج تربية البطاطس فى معهد تربية النباتات بكامبردج - انجلترا .

السنة	عدد البادرات أو السلالات الخضرية المقيمة	عدد السلالات المنتخبة
١	٢٥٠٠٠بادرة	٨٠٠٠ بادرة يحتفظ - من كل منها - بدرنة واحدة
٢	٨٠٠٠ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بنبات واحد	١٠٠٠ سلالة خضرية
٣	١٠٠٠ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بأربعة نباتات	١٢٠ سلالة خضرية
٤	١٢٠ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بعشرة نباتات	٤٠ سلالة خضرية
٥	٤٠ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بثلاثين نباتا	٨ سلالات خشرية
٦	٨ سلالات خضرية تمثل - كل منها - بمئة نبات	٤ سلالات خضرية
٧	٤ سلالات خضرية تمثل - كل منها - بثلاثمائة وخمسين نباتا	٢ سلالة خضرية
٨	٢ سلالة خضرية تمثل - كل منها - بستمائة نبات	سلالة خضرية واحدة
٩	سلاة خضرية واحدة تمثل بـ ١٤٠٠ نباتا	
١٠ ، ١١	تجارب التقييم الموسعة	

الاستفادة من الطرز الثنائية التضاعف فى تربية البطاطس

تستخدم الطرز الثنائية التضاعف فى إنتاج أصناف جديدة من البطاطس الرباعية من خلال الخطوات التالية .

١ - إنتاج طرز ثنائية من البطاطس الرباعية .

٢ - إكثار الطرز الثنائية خضرياً ليمكن تقييمها للمحصول ، وصفات الجودة ، ومقاومة مختلف الأمراض .

٣ - دراسة القدرة على التآلف بين السلالات .

٤ - دمج بروتوبلازم السلالات المتفوقة فى صفاتها البستانية ، على أن يكون الدمج بين السلالات التى تظهر قدرة عالية على التآلف .

يمكن إجراء الخطوتين الأولى والثانية بسهولة . أما الخطوة الثالثة فأصعب ما فيها أن معظم الطرز الثنائية تكون عقيمة . أما الخطوة الرابعة .. فهى ممكنة ، ولكنها ليست ميسرة كإجراء روتينى بعد .

أولاً : إنتاج الطرز الثنائية التضاعف وإكثارها وتقييمها

أمكن إنتاج عديد من سلالات البطاطس الثنائية التضاعف الجيدة الخصبة . إلا أنه يجب عدم التفكير فى استخدام مثل هذه السلالات الثنائية كأصناف تجارية مستقبلاً ؛ لأن تعدد الأليلات فى الموقع الجينى الواحد - الأمر الذى يحدث فى الطرز الرباعية التضاعف- يلعب دوراً هاماً فى نجاح زراعة البطاطس ؛ لذا .. فإن الطرز الرباعية يجب أن تبقى - دائماً - كمرحلة وسطية فى تربية البطاطس .

تنتج سلالات S. tuberosum الثنائية (٢ن = ٢س = ٢٤) بأعداد كبيرة بطريقة اكتشفت فى عام ١٩٥٧ بواسطة كل من Hougas & Peloquin (عن Howard ١٩٧٨) ، وفيها تلقح البطاطس بسلالات معينة من النوع الثنائى التضاعف S. phureja ؛ حيث يبدو أنه فى عديد من البويضات - يشارك الملقح بجاميطتين - بكل منهما ١٢ كروموسوما - فى إنتاج نواة الإندوسبرم ؛ وبذا .. لاتتبقى أية جاميطات لإخصاب البويضة ؛ مما يجعلها تنمو بكريا لتكون أجنة ، تحتوى كل منها على ٢٤ كروموسوماً (أى تكون ٢ن = ٢س = ٢٤) ، ويطلق عليها اسم dihaploid ؛ لأنها تعد أحادية بالنسبة للنباتات التى تنشأ منها ، ولكنها - فى الوقت ذاته - ثنائية التضاعف . وتكون نسبة صغيرة من هذه النباتات ذات حبوب لقاح خصبة ، بينما تكون أعداد كبيرة منها خصبة أنثوياً ، ويكون بكل النسل الناتج من تلقيح هذه النباتات معاً العدد الثنائى التضاعف من الكروموسومات (٢ن = ٢٤) .

تكون معظم النباتات التى تنتج بهذه الطريقة ضعيفة النمو ، ولكنها تنتج نسلاً قوى النمو إذا ما لقحت معاً ، أو مع أنواع أخرى ثنائية التضاعف . وترجع طبيعة النمو الضعيف فى هذه النباتات إلى تأثرها بالتربية الداخلية ؛ لأن خطوة إنتاج النبات الـ dihaploid تعادل نحو ثلاثة أجيال من التربية الداخلية .

يحتاج الأمر - لكى يمكن الاستفادة من هذه النباتات الـ dihaploids - أن ينتخب المربى أفضلها - من حيث الخصوبة - جنباً إلى جنب مع الانتخاب للصفات الزراعية والاقتصادية الهامة . وبرغم أن الحصول على نباتات dihaploid تحتوى على كل الجينات المرغوبة - التى توجد فى النباتات الرباعية التى تنشأ منها - يعد أمراً بعيد الاحتمال .. إلا أن هذه النباتات تعطى - عند تلقيحها معاً - نسبة عالية من النباتات التى تحتوى على

الجينات المرغوبة ، مقارنة بما يحدث عند تلقيح نباتات رباعية التضاعف معاً .

وتتميز الطرز الثنائية بمايلي :

١ - يمكن تهجينها بسهولة مع معظم الأنواع البرية الثنائية التضاعف ، التي تعد مصادر هامة لعديد من الصفات الهامة ؛ مثل مقاومة الأمراض ، والتأقلم على الظروف البيئية القاسية .

٢ - لا يلزم - عند تهجينها مع الأنواع البرية - سوى عدد قليل - نسبياً - من التلقيحات الرجعية ؛ للتخلص من الصفات البرية غير المرغوبة .

٣ - يمكن الاستفادة منها في دراسة وراثة الصفات الهامة .

٤ - يمكن بواسطتها جمع التراكيب الوراثية المرغوب فيها - معاً - بكفاءة أكبر ؛ إذ لا يتطلب الأمر معها عشائر كبيرة الحجم لظهور التراكيب الوراثية المنعزلة المرغوب فيها كما في حالة الطرز الرباعية .

٥ - يمكن عن طريق السلالات الثنائية - المتحصل عليها من الأصناف الرباعية - التعرف على كل من الجينات المرغوب فيها وغير المرغوب فيها التي توجد في هذه الأصناف، والتي لا يمكن تمييزها وهي في الحالة الرباعية ؛ وبذا .. يمكن التخلص من الجينات غير المرغوب فيها .

ثانياً : العودة إلى الحالة الرباعية

بعد التعرف على السلات الثنائية المرغوب فيها .. فإن الخطوة التالية تكون رفع مستوى التضاعف بها إلى الحالة الرباعية ، ولكن دون أن يؤثر ذلك في تركيبها الوراثي المتوازن . لكن المعاملة بالكولشيسين لاتفيد في تحقيق هذه الخطوة ؛ نظراً لأن النباتات المتضاعفة الناتجة لا يتوفر بها - في أحسن الحالات - أكثر من آليلين لأي جين ؛ ولذا .. فإن الحل الأمثل يكون عن طريق دمج بروتوبلازم الخلايا الخضرية للسلالات المتفوقة المتآلفة معاً . وتؤدي هذه الخطوة إلى إنتاج سلالات رباعية تحتوي على جميع كروموسومات وسيتوبلازم السلالتين المندمجتين . ومن مزايا دمج البروتوبلازم أنه يمكن أن يجرى باستعمال نباتات

صغيرة ؛ الأمر الذى يوفر بعض الوقت ، كما لا يتطلب إزهار النباتات ؛ مما يمكن الاستفادة من السلالات العقيمة . ولكن يعيب هذه الطريقة أنها ليست ميسرة - بعد - للتطبيق على نطاق واسع .

هذا .. ويمكن - كحل بديل -الاستفادة من الجاميطات التى تظهر طبيعياً ، وتحتوى على العدد غير المختزل من الكروموسومات ، والتى تنتجها - أحياناً - بعض أنواع الجنس Solanum الثنائية التضاعف . تنتج هذه الأنواع الجاميطات الثنائية غير المختزلة بنسبة بسيطة إلى جانب الجاميطات الأحادية الطبيعية . ويمكن انتخاب الجاميطات الثنائية بسهولة؛ بتلقيح نباتات رباعية عادية بنباتات ثنائية ؛ حيث يكون معظم النسل رباعيا ؛ لأن معظم الأجنة الثلاثية تموت لعدم اكتمال الإندوسبرم بها (Sneep & Hendriksen ١٩٧٩). ولمزيد من التفاصيل عن طرق إنتاج الطرز الثنائية واستخداماتها .. يراجع Howard (١٩٦٩).

إنتاج الهجن التى تكثر جنسيا

يذكر Sneep & Hendriksen (١٩٧٩) أنه إذا أمكن إنتاج هجن تجارية - تتكاثر بالبذور ، وتكون متجانسة ، وتتساوى مع الأصناف التجارية أو تتفوق عليها فى المحصول ، وصفات الجودة ، والمقاومة للأمراض ، وغيرها من الصفات البستانية الهامة - فإن ذلك يكون بمثابة فتح جديد فى مجال تربية البطاطس ؛ ذلك لأن استعمال البذور الحقيقية فى التكاثر يحقق المزايا التالية :

١ - لا ينتقل عن طريق البذور سوى عدد قليل جدا من عشرات الأمراض الفيروسية التى تصيب البطاطس ، والتى تنتقل عن طريق الدرنات .

٢ - لا ينتقل مع البذور أى من مسببات الأمراض الفطرية ، والبكتيرية ، والنيماتودا التى تعيش فى التربة .

٣ - يمكن نقل وتخزين البذور بسهولة تامة مقارنة بالدرنات .

٤ - يمكن - عند الإكثار بالبذور - توفير الدرنات التى تستعمل - حالياً - كتقاو لأغراض الاستهلاك .

وقد اقترح الباحثان الطريقة التالية لإنتاج هجن البطاطس التجارية :

يستخدم فى إنتاج الهجن طرز رباعية وأخرى ثنائية . يشترط أن تكون الطرز الرباعية لسلالات أو أصناف تعرف بقدرتها على إنتاج نسل متجانس - بدرجة مقبولة - عند إكثارها بالبذور . ويفضل أن تكون الطرز الثنائية أصيلة ، وأن تكون الجاميطات الثنائية غير المختزلة - التى نشأت منها هذه الهجن - قد تكونت أثناء الانقسام الاختزالى الأول ، وليس أثناء الانقسام الاختزالى الثانى . وتستخدم هذه الطرز فى إنتاج الهجن التجارية كما يلى :

رباعى التضاعف × رباعى التضاعف   ثنائى التضاعف × ثنائى التضاعف

↓   ↓

هجين فردى رباعى التضاعف   X   هجين فردى ثنائى التضاعف ذو قدرة على إنتاج جاميطات ثنائية غير مختزلة

↓

هجين مزدوج رباعى التضاعف

وقد يمكن استخدام صنف تجارى جيد (رباعى التضاعف) بدلاًمن الهجين الفردى الرباعى التضاعف ؛ حيث يكون الهجين الناتج - فى هذه الحالة - هجيناً ثلاثياً (three way cross) رباعى التضاعف . كما قد يمكن إنتاج البذرة الهجين بالاستعانة بظاهرة العقم السيتوبلازمى التى تتوفر فى النوع <u>S. verrucosum</u> . تؤخذ البذرة الهجين - فى هذه الحالة من الأم الثنائية التضاعف العقيمة ذكرياً ، بينما يستخدم الأب الرباعى التضاعف كمصدر لحبوب اللقاح .

التربية لتحسين المحصول وصفات الجودة والتأقلم

التربية لتحسين المحصول

إن المحصول هو محصلة لعديد من الصفات ؛ فهو يتأثر بكثير من الصفات الأخرى للنبات ؛ مثل : مدى تأقلمه مع الظروف البيئية السائدة (مثل الفترة الضوئية ، وطول موسم النمو) ، ومدى تحمله للظروف البيئية القاسية ، ومدى مقاومته للآفات الهامة ... إلخ ، إلا أننا نعنى بالمحصول - فى هذا المقام - القدرة الإنتاجية للنبات تحت الظروف المثلى للنمو .

ولقد أوضحت الدراسات الوراثية - التى استخدمت فيها البذور الحقيقية - أن صفة المحصول تتأثر - فقط - بالتباين غير الإضافى للجينات . وبالرغم من ذلك .. كانت درجات التوريث المقدرة لبعض صفات مكونات المحصول - مثل عدد الدرنات بالنبات وحجم الدرنات - عالية نسبياً . وقد خلص الباحثون إلى إمكان تحسين محصول البطاطس بالانتخاب للصفات الأخرى ذات درجات التوريث المرتفعة ؛ مثل حجم الدرنة (Thompson وآخرون ١٩٨٣) .

ويراعى - فى هذا الشأن - انتخاب النباتات التى تضع العدد المناسب من الدرنات بالحجم المناسب . فقد يضع النبات عدداً كبيراً من الدرنات ، إلا أنها تكون صغيرة الحجم لا تصلح للاستهلاك ، أو قد يضع عدداً قليلاً من الدرنات ، إلا أنها تكون أكبر حجماً من اللازم ؛ لذا .. يلزم دائماً - عند إجراء التلقيحات - ألا تكون بين أصناف أو سلالات تضع أعداداً كبيرة من الدرنات الصغيرة ، وإلا اضطر المربى إلى استبعاد نسبة كبيرة من النسل؛ لأن درناته تكون أصغر مما ينبغى ؛ بسبب الزيادة الكبيرة فى أعدادها .

وكما سبق أن أوضحنا بالنسبة للطماطم .. فإن طبيعة النمو النباتى قد يكون لها تأثير غير مباشر فى المحصول .

وتعد صفة النمو الطبيعى سائدة على صفة النمو المفترش Prostrate ؛ ويتحكم فيها ٣ أزواج - على الأقل - من العوامل الوراثية (عن Howard ١٩٦٩) .

كذلك يتوقف محصول البطاطس - إلى حد كبير - على المدة التى تلزم لحين نضج الدرنات ، والقاعدة العامة هى أنه كلما تأخر الحصاد ازداد المحصول ؛ لذا .. فمن الضرورى أن يحدد المربى - سلفاً - درجة التبكير أو التأخير فى النضج التى يريدها فى فى الصنف الجديد .. علماً بأنه لا يشترط أن تكون الأصناف المبكرة مبكرة النضج ، بل إن المعيار هو إنتاج محصول اقتصادى مربح مبكراً فى بداية الموسم . ومع ذلك .. فهناك من الأصناف المبكرة ما تنضج درناتها مبكراً . هذا .. إلا أن جميع الأصناف المتأخرة تكون متأخرة النضج ، ولا يمكنها إنتاج محصول اقتصادى مربح مبكراً فى بداية الموسم .

تدل الدراسات الوراثية على أن موعد النضج يعتمد على عدد من الجينات ،

وأن الأصناف خليطة فى معظم هذه الجينات ؛ لذا .. فإن نسبة الانعزالات المبكرة لا تزيد على ٦٠ ٪ فى التلقيحات بين الأصناف أو السلالات المبكرة . وبعضها البعض ، وتكون فى حدود ٢٠ ٪ فى التلقيحات بين الأصناف المبكرة والمتأخرة .

وأيا كانت الصفات التى ترتبط بالمحصول بصورة غير مباشرة .. فإن القدرة على تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون فى النبات تعد أكثر الصفات التى لها ارتباط مباشر بالمحصول . وفى هذا المجال .. وجد Dwelle وآخرون (عن Dwelle ١٩٨٥) اختلافات كبيرة بين أصناف البطاطس فى معدل البناء الضوئى ، وأمكنهم التعرف على عديد من الأصناف المتفوقة فى تلك الصفة . وبدراسة هذه الأصناف .. تبين أن بعضها كان ذا قدرة عالية على تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون من خلال السطح العلوى للأوراق (مثل الصنف Lemhi Russet) ، بينما تفوق بعضها الآخر فى تثبيت الغاز من خلال السطح السفلى للأوراق (مثل السلالة الخضرية A6948 - 4) . وبتلقيحهما معا .. أمكن التعرف – فى النسل – على كل الانعزالات الوراثية الممكنة بالنسبة للقدرة العالية أو المنخفضة على تثبيت غاز ثانى أكسيد الكربون من خلال أحد سطحى الورقة أو كليهما ، وكان من بينها سلالات قليلة ذات قدرة علية على تثبيت الغاز من كلا سطحى الورقة ، إلا أنها لم تكن جميعها عالية المحصول؛ نظراً لأن بعضها وجهت الزيادة الكبيرة فى الغذاء المجهز نحو إنتاج نمو خضرى غزير ، بينما كان محصول درناتها متوسطاً .

ويستدل من مختلف الشواهد على حدوث ظاهرة قوة الهجين فى محصول البطاطس عندما تكون التهجينات بعيدة ؛ فالبطاطس – كما سبق أن أوضحنا – خلطية التلقيح ، وتتعرض للتدهور فى قوة النمو عند إخضاعها للتربية الداخلية ، فضلاً على أن الأصناف التجارية ذات خلفية وراثية ضيقة . وقد ظهرت قوة الهجين عند إجراء تهجينات بين تحت نوعى البطاطس andigena ، و tuberosum . كما يزيد المحصول فى أصناف البطاطس التى أنتجت من تلقيحات بعيدة ؛ مثل تلك التى انتجت من تلقيح أصناف أوروبية مع أصناف أمريكية ، أو أصناف البطاطس S. tuberosum ssp. tuberosum مع النوع S. demissum .

التربية لتحسين صفات الجودة

إن من أهم صفات الجودة التى يهتم بها مربى البطاطس مايلى :

١ - شكل الدرنات :

توجد عديد من أشكال درنات البطاطس ؛ فمنها المستديرة ، والمائلة إلى الشكل البيضاوى ، والبيضاوية المائلة إلى الاستطالة . ويتحكم فى وراثة هذه الأشكال ٤ أزواج - على الأقل - من الجينات المتساوية فى تأثيرها .

هذا .. ومن المفضل أن تكون أطراف وجوانب الدرنات غير المستديرة مائلة إلى الاستدارة ؛ لتقليل احتمالات تعرضها للأضرار الميكانيكية . ويفضل معظم المستهلكين الدرنات الطويلة البيضاوية وهى صفة سائدة على الشكل المستدير ؛ ولذا يتعين عدم إجراء التلقيحات التى يبدأ بها برنامج التربية بين أصناف ذات درنات طويلة وبعضها البعض ؛ لأن النسل الناتج من تلقيحات كهذه يحتوى على نسبة عالية جداً من النباتات ذات الدرنات الطويلة جداً ، التى تكون رفيعة وعديمة القيمة الاقتصادية .

٢ - اللون الداخلى للدرنات :

يسود اللون الداخلى الأصفر الداكن على اللون الأبيض ، ويتحكم فى هذه الصفة عامل وراثى واحد ، لكنها تتأثر بعوامل أخرى محورة ؛ مما يؤدى إلى ظهور درجات متفاوتة من الاصفرار . ولا يوجد أى ارتباط بين اللون الداخلى للدرنات ولون الأزهار ، التى قد تكون بيضاء ، أو قرمزية ضاربة إلى الحمرة أو إلى الزرقة ، أو زرقاء قاتمة .. علما بأن جميع ألوان الأزهار تسود على اللون الأبيض .

٣ - لون الجلد :

يجب أن يكون لون جلد الدرنة (لونها الخارجى) مناسباً لذوق المستهلك . هذا .. ولا توجد أية علاقة بين لون جلد الدرنة ونوعيتها ، إلا أن المستهلك يربط - دائماً - بينهما فى ذهنه ؛ بسبب اختلاف نوعية الأصناف التى تعود على لونها الخارجى .

٤ – حجم الدرنات :

يختلف حجم الدرنة المناسب باختلاف المستهلكين ، والغرض من الزراعة ؛ فيفضل المستهلك الأوروبى الدرنات المتوسطة الحجم ، ويفضل المستهلك المصرى الدرنات الأكبر من المتوسط ، بينما تفضل الدرنات الكبيرة الحجم لأغراض التصنيع . وكلما زاد عدد الدرنات التى ينتجها النبات .. كانت درناته أصغر حجما ، وتلك صفة وراثية ، ولكنها تتأثر – بشدة – بالعوامل البيئية ؛ حيث يزيد عدد الدرنات التى ينتجها النبات – ويقل حجمها تبعاً لذلك – بزيادة عدد السيقان / نبات . ويحدث ذلك عند الزراعة بتقاوٍ انتهت أو ضعفت فيها حالة السيادة القمية ؛ نتيجة لتخزينها لفترة طويلة .

٥ – عمق العيون :

تفضل – دائماً – الدرنات ذات العيون السطحية ؛ حتى لا يفقد جزء كبير منها عند تقشيرها . يتحكم فى هذه الصفة زوجان – على الأقل – من العوامل الوراثية ، وتدل نتائج بعض الدراسات على سيادة صفة العيون العميقة على العيون السطحية ، بينما يستدل من دراسات أخرى على عكس ذلك . وأيا كانت وراثة الصفة .. فإنه يفضل تجنب إجراء تلقيحات مع سلالات ذات عيون عميقة ، وإلا اضطر المربى إلى التخلص من نسبة عالية من النسل ؛ لأن عيون درناته تكون أكثر عمقاً مما ينبغى . هذا .. بينما تكون درنات بعض النسل ذات عيون متوسطة العمق إذا أجرى التلقيح بين أصناف أو سلالات ذات عيون سطحية .

٦ – الكثافة النوعية :

ترتبط الكثافة النوعية للدرنات بمحتواها من كل من النشا والمادة الجافة ، وهى صفة كمية . ويجب أن تكون نسبة المادة الجافة مناسبة للغرض الذى يزرع من أجله الصنف ؛ حيث يفضل – مثلاً – زيادتها عند الرغبة فى استعمال البطاطس لتصنيع (الشبس) ، أو عندما يكون طهيها فى الفرن ، بينما تفضل الكثافة النوعية المنخفضة بالنسبة للدرنات التى تستعمل فى إنتاج البطاطس المحمرة ، أو عند طهيها بالغلى فى الماء .

استخدم Plaisted & Pearson (عن Smith ١٩٦٨) طريقة الانتخاب المتكرر لتحسين

الكثافة النوعية للدرنات ؛ بتلقيح خمسة أصناف تجارية تميزت بالكثافة النوعية العالية - معا - ثم انتخاب الانعزالات ذات الكثافة النوعية العالية وتلقيحها معاً ... وهكذا . وبهذه الطريقة .. تمكن الباحثان من زيادة الكثافة النوعية للدرنات من ١٫٠٧٢ فى النباتات الأصلية التى لقحت معاً إلى ١٫٠٧٧ بعد الدورة الأولى من الانتخاب ، ثم إلى ١٫٠٧٩ بعد الدورة الثانية ، بينما كانت الكثافة النوعية لدرنات الصنف كاتادن Katahdin هى ١٫٠٦٤ تحت نفس الظروف .

هذا .. ويفضل دائماً أن تقل نسبة السكريات المختزلة فى الأصناف التى تزرع لغرض تصنيع (الشبس) ، والبطاطس المحمرة المجمدة ، والمنتجات المجففة .

٧ - فترة السكون الطويلة :

يجب أن تكون للأصناف المنتجة فترة سكون مناسبة ؛ ليمكن تخزينها بصورة جيدة . وقد درست وراثة هذه الصفة فى التلقيح :

S. tuberosum (Group Phureja) x S. tuberosum (Group Stenotomum)

كان كلا الأبوين من الطرز الثنائية ، إلا أن درنات مجموعة Phureja تتميز بفترة السكون القصيرة ، بعكس درنات مجموعة Stenotomum التى تتميز بفترة السكون الطويلة .

وقد وجد أن التباين الوراثى كان عاليا ، وأن معظمه كان تباينا إضافياً ، وقدرت درجة التوريث على النطاق الضيق بنحو ٧٣ ٪ (Thompson وآخرون ١٩٨٠) .

٨ - قلة النمو الثانوى :

يعتبر النمو الثانوى secondary growth لدرنات البطاطس صفة وراثية ، ولكنها تتأثر بالعوامل البيئية . وطبيعى أنه تفضل الأصناف الأقل استعداداً لتكوين نموات ثانوية .

٩ - قلة ميل الدرنات إلى الاخضرار عند تعرضها للضوء :

تتفاوت أصناف البطاطس فى سرعة اخضرار درناتها لدى تعرضها للضوء . ولما كانت

الدرنات التى تشوبها أية درجة من الاخضرار ليست مقبولة لدى المسهلكين .. فإن بطء ميل الدرنات إلى الاخضرار يعد أحد أهداف برامج تربية البطاطس . وقد تبين من دراسة هذه الصفة فى طرز البطاطس الثنائية أنها صفة كمية ، وكان ٥٩٪ من التباين الوراثى مرده إلى تباين التفوق ، بينما شكل تباين الإضافة الجزء المتبقى من التباين الوراثى ، ولم يسهم تباين السيادة بأى نصيب فيه . وقدرت درجة التوريث - على النطاق العريض - بنحو ٦٦ ٪ ، وعلى النطاق الضيق بنحو ٢٧ ٪ (Parfitt & Peloquin ١٩٨١) .

التربية للتأقلم على وسائل الإنتاج ومختلف الظروف البيئية

نتناول - تحت هذا العنوان - عدداً من أهداف التربية التى تعد - فى الأساس - صفات فسيولوجية :

١ - التربية لمقاومة مبيدات الحشائش :

وجد De Jong (١٩٨٣) أن الحساسية لمبيد الحشائش متريبوزين Metribuzin - فى الطرز الثنائية - يتحكم فيها جين واحد متنح ، أعطى الرمز me . وقد أوضح الباحث أهمية استخدام هذا الجين كجين معلم marker gene فى الدراسات الوراثية .

٢ - التربية للتحكم فى الاستجابة للفترة الضوئية :

تحتاج البطاطس - من تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena المزروع فى أمريكا الجنوبية - إلى نهار قصير لتكوين الدرنات . أما البطاطس التجارية (S. tuberosum ssp. tuberosum) .. فإنها تبكر بتكوين الدرنات فى النهار القصير ، بينما يمكنها إنتاج الدرنات فى النهار الطويل ؛ لذا .. فإنه ينظر إليها على أنها محايدة بالنسبة للفترة الضوئية اللازمة لوضع الدرنات .

وقد أنتج التهجين بينهما نسلاً وسطاً فى احتياجاته من الفترة الضوئية لتكوين الدرنات ، مع سيادة قليلة لصفة الحاجة إلى النهار القصير (Howard ١٩٦٩) .

٣ - التربية لمقاومة الصقيع :

قسم Richardson & Weiser (١٩٧٢) درجة المقاومة للصقيع Frost Tolerance فى

٥٧ نوعاً من الجنس Solanum إلى المجموعات التالية :

١ - أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى - ٥°م ، وربما إلى أقل من ذلك ، وهى :

S. acaule

S. chomatophilum

S. commersonii

S. x juzepczukii

S. multidissectum

٢ - أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى - ٤ إلى - ٥°م ، وهى :

S. ajanhuiri

S. x curtilobum

S. demissum

S. megistacrolobum

S. microdontum

S. vernei

٣ - أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى-٣ إلى -٤°م ، وعددها ٢٤ نوعاً منها :

S. tuberosum ssp. amdigena

٤ - أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى - ٢ إلى - ٣°م ، وعددها ١٦ نوعا .

٥ - أنواع تتحمل انخفاض درجة الحرارة إلى -١ إلى- ٢°م وعددها ٦ أنواع ، منها :

S. tuberosum ssp. tuberosum

كما أمكنهما الحصول على سلالات على درجة عالية من المقاومة للصقيع من بعض الأنواع المزروعة الحساسة للصقيع ؛ مثل :

S. phureja

ومن التلقيح S. phureja x S. tuberosum ssp. andigena

ويدل ذلك على أن المقاومة للصقيع ربما كانت متنحية ، أو يتحكم فيها جينات مكملة لبعضها البعض ، أو يوجد بينها تفاعلات تفوّق . كما تدل على إمكان انتخاب طرز مقاومة للصقيع من الطرز الحساسة .

وفى محاولة أخرى .. قسم Chen & Li (عن Li & Fennell ١٩٨٥) ٢٤ نوعاً من الجنس Solanum إلى خمس مجموعات حسب كونها مقاومة أم حساسة للصقيع والبرودة ، وما إذا كانت تستجيب أم لا تستجيب لمعاملة الأقلمة acclimation على درجة حرارة منخفضة قبل التعرض لمعاملة الصقيع (جدول ٥ - ٣) .

وتبعاً لهذا التقسيم .. فإن أربعة أنواع (هى S. acaule ، و S. commersonii ، و S. multidissectum ، و S. chomatophilum) تتحمل - بعد أقلمتها بالبرودة - الانخفاض فى درجة الحرارة حتى - ٥ ر٨°م إلى - ٥ ر ١١°م ، بينما وضعت البطاطس فى مجموعة الأنواع الحساسة للصقيع ، التى لا تستجيب لمعاملة الأقلمة بالبرودة ، والتى لا تتحمل انخفاض درجة الحرارة لأكثر من ثلاث درجات تحت الصفر .

تركزت معظم الدراسات الوراثية الخاصة للصقيع على التهجين :

S. acaule x S. tuberosum

وقد وضحت سيادة صفة المقاومة للصقيع فى التهجين بين S. tuberosum وأى من الأنواع التالية :

S. acaule

S. bulbasovii

S. x curtilobum

S. demissum

S. x juzepczukii

كما أظهرت هذه التلقيحات أن المقاومة للصقيع صفة كمية ، برغم أنها قد تتضمن جيناً رئيسياً واحداً مع الجينات الأخرى الأقل تأثيراً فى ظهور الصفة .

ولكن ظهر من التلقيح :

S. tuberosum x S. demissium

أن المقاومة للصقيع صفة بسيطة ذات سيادة غير تامة (Richardson &Weiser ١٩٧٢).

جـدول (٥ – ٣) : تقسـيم أنواع الجنس Solanum حسب تحملها للصقيع والبرودة، واستجاباتها لمعاملة الأقلمة بالبرودة.

المجموعة والأنواع	درجة الحرارة المميتة للنبات (°م) قبل الأقلمة (أ)	بعد الأقلمة (ب)
المجموعة الأولى مقاومة للصقيع تستجيب للأقلمة بالبرودة Group 1: frost resistant, able to cold-acclimate		
S. acaule	-٦٫٠	-٩٫٠
S. commersonii	-٤٫٥٠	-١١٫٥
S. multidissectum	-٤٫٠	-٨٫٥
S. chomatophilum	-٥٫٠	-٨٫٥
المجموعة الثانية مقاومة للصقيع لاتستجيب للأقلمة بالبرودة Group 2: frost resistant, unable to cold-acclimate		
S. bolviense	-٤٫٥	-٤٫٥
S. megistacrolobum	-٥٫٠	-٥٫٠
S. sanchae-rosae	-٥٫٥	-٥٫٥
المجموعة الثالثة : حساسة للصقيع تستجيب للأقلمة بالبرودة Group 3: frost sensitive, able to cold-acclimate		
S. oplocense	-٣٫٠	-٨٫٠
S. polytrichon	-٣٫٠	-٦٫٠
المجموعة الرابعة : حساسة للصقيع لا تستجيب للأقلمة بالبرودة Group 4: frost sensitive, unable to cold-acclimate		
S. brachistotrichum	-٣٫٠	-٣٫٠
S. cardiophyllum	-٣٫٠	-٣٫٠
S. fendleri	-٣٫٠	-٣٫٠
S. jamesii	-٣٫٠	-٣٫٠
S. kurtzianum	-٣٫٠	-٣٫٠
S. microdontum	-٣٫٠	-٣٫٠
S. pinnatisectum	-٣٫٠	-٣٫٠
S. stenotomum	-٣٫٠	-٣٫٠
S. stoloniferum	-٣٫٠	-٣٫٠
S. sucrense	-٣٫٠	-٣٫٠
S. tuberosum	-٣٫٠	-٣٫٠
S. venturii	-٣٫٠	-٣٫٠
S. vernei	-٣٫٠	-٣٫٠
S. verrucosum	-٣٫٠	-٣٫٠
المجموعة الخامسة : حساسة للبرودة Group 5: chilling sensitive		
S. trifidum	-٣٫٠	تموت(جـ)

(أ) كانت ظروف النمو للنباتات غير المؤقلمة بالبرودة - قبل تعريضها للبرودة القاتلة - هى : ٢٠°م نهاراً ، و ١٥°م ليلاً ، مع ١٤ ساعة فترة ضوئية .

(ب) كانت ظروف الأقلمة بالبرودة - قبل تعريض النباتات للبرودة القاتلة - هى : ٢°م ليلاً ونهاراً ، مع ١٤ ساعة فترة ضوئية .

(جـ) كانت النباتات ميتة عقب تعريضها لدرجة حرارة ٢°م ليلاً ونهاراً لمدة ٢٠ يوماً .

٤ - التربية لمقاومة الحرارة العالية :

قيم Reynolds & Ewing (١٩٨٩) ١١٩ سلالة - تنتمى إلى ٥٩ نوعاً تكون درنات من الجنس Solanum - لمقاومة الحرارة العالية Heat Tolerance . درست فى البداية قدرة السلالات على تكوين نمو خضرى قوى فى حرارة ٣٠ - ٤٠°م مع تعريضها لفترة ضوئية طويلة مدتها ١٨ ساعة يومياً لمنع تكوين الدرنات . وتلا ذلك اختبار السلالات التى أعطت نموا خضرياً قوياً تحت هذه الظروف للقدرة على إنتاج الدرنات فى نفس ظروف الحرارة العالية (٣٠ - ٤٠°م) ، ولكن مع تعريضها لفترة إضاءة قصيرة . وبرغم تباين السلالات فى إنتاجها للدرنات تحت هذه الظروف .. فإن عدداً قليلاً منها - ينتمى لأنواع قليلة - أنتج درنات بانتظام فى حرارة ٣٠ - ٤٠°م .

٥ - التربية لمقاومة الجفاف :

توصل Stark وآخرون (١٩٩١) - من دراستهم على ١٤ صنفاً وسلالة من البطاطس - إلى وجود علاقة خطية بين ΔT (وهى الفرق بين درجة حرارة الهواء ودرجة حرارة النموات الخضرية أثناء النهار فى الأيام الصحوة) ، والنقص فى ضغط بخار الماء Vapor Pressure Deficit - فى النباتات - فى حالات معاملات الرى المختلفة ؛ وبذا .. أمكنهم استخدام ΔT - بكفاءة - فى تقييم القدرة النسبية على تحمل ظروف الجفاف فى البطاطس .

التربية لمقاومة الآفات

يلزم - قبل الإقدام على برنامج تربية لمقاومة آفة ما - أن تؤخذ الأمور التالية فى الحسبان :

١ – مدى خطورة الآفة ذاتها ؛ حيث تُعْطَى الآفاتُ الأكثرُ خطورةً على المحصول الأولويةَ.

٢ – طرز المقاومة المتوفرة للآفة ، ومدى شدة أو فاعلية هذه المقاومة ، ومصادرها ؛ حيث تفضل المقاومة التى يمكنها أن تسهم – بشكل فعال – فى حماية المحصول من أخطار الآفة ، وأن تكون متوفرة فى أنواع يمكن تهجينها مع البطاطس المزروعة .

٣ – وراثة المقاومة للآفة ؛ حيث يجب أن يعرف ما إذا كانت المقاومة سائدة أم متنحية ، وبسيطة أم كمية .

٤ – مدى سهولة إجراء اختبارات التقييم لمقاومة النباتات للآفة ؛ حيث يفضل ألا يتطلب إجراء الاختبارات وقتاً طويلاً ؛ نظراً لكثرة عدد البادرات التى يلزم اختبارها .

هذا .ويعد الاتجاه المفضل حالياً هو التركيز على المقاومة العامة general resistance ؛ أى غير الخاصة بسلالات معينة non - race -specific ؛ لأنها أكثر بقاءً بفاعلية من المقاومة الخاصة بسلالات معينة race - specific ، التى تفقد فاعليتها بمجرد ظهور سلالات جديدة من الآفة ؛ الأمر الذى يحدث – غالباً – بعد فترة قصيرة من نشر زراعة الصنف المحتوى على هذا الطراز من المقاومة على نطاق واسع .

وتكون المقاومة المتخصصة – غالباً – من طراز فرط الحساسية Hypersensitivity ، ويتحكم فيها جينات سائدة ؛ مثل الجين Nx الذى يكسب النباتات مناعة ضد فيرس X ، ومجموعة جينات R الخاصة بالمقاومة للندوة المتأخرة ، وكانت تلك من أكثر طرز المقاومة استخداماً فى برامج التربية ؛ نظراً لأنها بسيطة وسائدة ، ولسهولة إجراء اختبارات المقاومة . ولكن – ولسوء الحظ – فإنها – أيضاً – من أكثر طرز المقاومة تعرضاً للفقد ؛ بسبب ظهور سلالات جديدة من الآفات ، تكون قادرة على التغلب على المقاومة التى توفرها هذه الجينات . ولكن هذا الطراز من المقاومة مازال فعالاً بالنسبة للآفات التى تعيش فى التربة soil - borne ، والتى لا تتوفر لها وسائل الانتشار السريع الهائل ، التى تتوفر بالنسبة للآفات التى تحمل مسبباتها بواسطة الهواء air - borne .

وفى المقابل .. فإن المقاومة العامة (تسمى كذلك المقاومة الأفقية horizontal resistance ، ومقاومة الحقل field resistance) التى لا تفقد بسهولة تكون غالباً كمية ، وتصعب

المحافظة عليها – كاملة – فى برامج التربية ، خاصة عند التربية بطريقة التلقيح الرجعى ؛ لأن نسبة النباتات التى تحمل جميع جينات المقاومة – بعد كل تلقيح رجعى – تكون منخفضة للغاية . كما يكون من الصعب تعرف النباتات التى تحمل هذا الطراز من المقاومة .

وقد يكون من الأفضل الانتخاب لمستوى متوسط من المقاومة يتحكم فيه عدد قليل من الجينات عن الانتخاب لمستوى عالٍ من المقاومة يتحكم فيه عدد كبير من الجينات ؛ لأن عدد النباتات المقاومة المنتخبة فى الحالة الثانية يكون قليلاً ؛ بدرجة لا تتوفر معها فرصة جيدة للانتخاب الصفات الجودة ومقاومة الآفات الأخرى .كما يكون من الأفضل استخدام أحد الأصناف المحسنة كمصدر لصفة المقاومة ؛ لكى يسهل الانتخاب لصفات الجودة أيضاً .

ويلزم عند إجراء اختبارات المقاومة لأكثر من آفة ، أو عند الانتخاب للمقاومة مع الانتخاب مع لصفات بستانية أخرى .. مراعاة مايلى :

١ – البدء باختبار المقاومة الذى يكون أسهل إجراء ، والذى لا يتطلب إجراؤه جزءاً كبيراً من النسيج النباتى .

٢ – البدء باختبار حالات المقاومة الكمية التى لا تنتقل إلا إلى نسبة بسيطة من النسل .

٣ – البدء باختبارات الانتخاب للصفات البستانية ؛ لتأمينها أولاً ، ثم إجراء اختبار المقاومة حينما يصبح عدد النباتات التى يلزم انتخابها صغيراً نسبياً .

وكقاعدة عامة .. يجب أن تكون اختبارات المقاومة سهلة وسريعة ، وألا تكون قاسية جداً بحيث تؤدى إلى إصابة النباتات المقاومة ، أو ضعيفة جداً بحيث تؤدى إلى إفلات النباتات القابلة للإصابة من الإصابة بالآفة . ويتحقق ذلك – غالباً – بالاستعانة بثلاثة أصناف أو ثلاث سلالات للمقارنة : قابلة للإصابة ، ومتوسطة المقاومة ، وعالية المقاومة .

التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية

تعرف فى البطاطس عدة طرز لمقاومة الفيروسات ؛ هى : القدرة على تحمل الإصابة toleanrce ، ومقاومة انتشار الإصابة infection resistance ، وفرط الحساسية hy-persensitivity (وهى التى تعطى مناعة الحقل field - immunity) ، والمقاومة القصوى extreme resistance (أو المناعة immunity) .

تتميز النباتات القادرة على تحمل الإصابة بأنها تصاب بالفيرس ، إلا أن أعراض الإصابة به لا تكون شديدة ، كما لا يقل المحصول كثيراً من جراء الإصابة . لا يمكن الاعتماد - كثيراً - على هذا الطراز من المقاومة ؛ نظراً لما يمكن أن يحدثه من مشاكل ؛ فهو يُعَقِّد مسألة اعتماد التقاوى ، كما يعد مصدراً كبيراً للفيرس فى الحقل ، يمكن أن تنتشر منه الإصابة إلى الأصناف الأخرى الحساسة للفيرس .

وتعرف مقاومة انتشار الإصابة infection resistance بأنها المقاومة التى يترتب عليها اقتصار الإصابة - تحت ظروف الحقل - على نسبة قليلة فقط من النباتات . يتحكم فى هذا الطراز من المقاومة جينات متعددة غالباً . وتؤدى التلقيحات بين السلالات الخضرية -المتوسطة المقاومة وبعضها البعض إلى انعزال بعض النباتات التى تكون أكثر مقاومة من أى من الأبوين ، بينما تنعزل من التلقيحات بين السلالات العالية المقاومة والسلالات القابلة للإصابة نباتات متوسطة المقاومة .

أما حالات فرط الحساسية والمناعة .. فإنها تكون - غالباً - صفات بسيطة وسائدة ، وتتوفر الجينات التى تتحكم فيها فى أصناف البطاطس التى تنتمى لمجموعتى -Tubero sum ، و Andigena ، وفى الأنواع المزروعة الثنائية التضاعف ، وفى عديد من الأنواع البرية . إلا أنه توجد عدة فيروسات هامة لا تتوفر لها مقاومة من أى من طرازى المناعة ، أو فرط الحساسية .

وبالنظر إلى أن الفيروسات يمكن مقاومتها بفاعلية باستخدام تقاو معتمدة جيدة .. فإن التربية لمقاومة الفيروسات قد تأتى فى الأهمية بعد التربية للآفات الهامة الأخرى التى لا تكافح إلا بزراعة الأصناف المقاومة . ومن أهم الجهود التى بذلت فى مجال التربية لمقاومة الفيروسات مايلى :

١ - التربية لمقاومة فيرس X البطاطس (PVX) :

تتوفر عدة سلالات من فيرس X ، وهو فيرس ينتقل بالملامسة ، ولا يحتاج إلى حشرة المن لنقل الإصابة . وفى المقابل .. تتوفر عدة مصادر لمقاومة الفيرس ؛ منها مقاومة شاملة Comprehensive resistance توجد فى سلالة وزارة الزراعة الأمريكية التى نتجت

من البادرة رقم ٤١٩٥٦، وفى السلالة الخضرية CPC 1673 لتحت النوع S. tuberosum ssp. andigena .

كما تتوفر عدة مصادر لمقاومة معظم سلالات فيرس X البطاطس ، ماعدا السلالة التى تعرف بفيرس B ، ومصادر أخرى تقاوم السلالة B وحدها ، ولكنها تصاب بجميع السلالات الأخرى لفيرس X . ويتحكم فى حالات هذه المقاومة ثلاثة جينات ؛ هى : R_X ، و N_X ، و N_b . يتحكم الجين Nb فى المقاومة للفيرس B ، وهو جين قليل الأهمية ؛ لأن السلالة B لفيرس X ليست واسعة الانتشار . أما الجين Nx فإنه يوجد فى عديد من الأصناف الإنجليزية القديمة ؛ مثل كنج إدوارد ، وإبيكيور Epicure ، وقد ساعد على بقاء هذه الأصناف خالية من الإصابة بفيرس X . هذا .. بينما يوجد الجين Rx فى عديد من الأصناف الهولندية الحديثة .

٢ – التربية لمقاومة فيرس A (PVA) :

يعد فيرس A البطاطس سلالة شاذة من فيرس Y البطاطس PVY . ينتقل هذا الفيرس بواسطة المن ، ويمكن أن يحدث نقصاً شديداً فى المحصول ؛ خاصة إذا حدثت إصابة – فى نفس الوقت – بفيرس X البطاطس .

وتحدث الجينات التى تقاوم السلالات العادية لفيرس Y البطاطس مقاومة – كذلك – لفيرس A . كما يتوفر فى عديد من أصناف البطاطس الجين السائد Na ، الذى يتحكم فى حالة فرط حساسية (مناعة حقل) للفيرس . يرتبط هذا الجين – بشدة – بالجين Nx الذى يعطى تأثيراً مماثلاً بالنسبة لفيرس X البطاطس . ويعد هذا الارتباط مفيداً للمربى .

٣ – التربية لمقاومة فيرس Y (PVY) :

تتوفر عدة سلالات من فيرس Y البطاطس ، الذى ينتشر فى جميع أنحاء العالم ، ويسبب خسائر كبيرة فى المحصول . وهو فيرس ينتقل بواسطة حشرة المن . وتتوفر عدة طرز من المقاومة للفيرس ؛ هى :

أ – توجد درجة من القدرة على تحمل الإصابة بالفيرس فى بعض الأصناف ؛ مثل إنترناشيونال كدنى International Kidney .

ب - تتوفر المقاومة لانتشار الإصابة Infection Resistance فى بعض الأصناف مثل بنتلاند كرون Pentland Crown .

جـ - توجد المقاومة القصوى Extreme Resistance فى بعض الأنواع البرية ؛ مثل S. stoloniferum ، ويتحكم فيها جينات سائدة ، ربما تكون ضد كل سلالات الفيرس .

٤ - التربية لمقاومة فيرس التفاف الأوراق :

لا تتوفر مقاومة جيدة لفيرس التفاف أوراق البطاطس Potato Leaf Roll Virus كتلك التى تتوفر بالنسبة لفيروسات X ، و A ، و Y ، برغم أنه من الفيروسات الواسعة الانتشار التى تحدث أضراراً كبيرة للمحصول . وهو فيرس ينتقل بواسطة حشرة المنّ . يعيب طراز المقاومة المتوفرة لهذا الفيرس أنها كمية ، وتتحكم فيها جينات عديدة ؛ لكل منها تأثير بسيط على الصفة ؛ مما يؤدى إلى فقد بعضها أثناء الانتخاب ؛ لذا تصعب التربية لمقاومة هذا الفيرس مع الاحتفاظ - فى نفس الوقت - بالصفات الأخرى المرغوبة .

التربية لمقاومة الأمراض الفطرية والبكتيرية

١ - التربية لمقاومة الندوة المتأخرة :

يسبب فطر Phytophthora infestans مرض الندوة المتأخرة فى البطاطس . ويتوفر طرازان من المقاومة لهذا الفطر ؛ هما :

أ - مقاومة أفقية ، أو عامة ، أو غير متخصصة ، وتوجد فى تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena ، وهى صفة كمية ، يتحكم فيها عدة جينات لكل منها تأثير بسيط .

ب - مقاومة رأسية ، أو متخصصة ، وتوجد فى النوع S. demissum .

لا تدوم المقاومة الرأسية لأكثر من موسمين إلى ثلاثة مواسم زراعية ؛ بسبب تكوين الفطر المسبب للمرض لسلالات جديدة تكون قادرة على كسر المقاومة ، بينما تكون المقاومة الأفقية ثابتة ؛ حيث لا يتوفر أى دليل على فقد المقاومة من الأصناف ذات المستوى العالى من المقاومة الأفقية (Thurston ١٩٧١) .

تتوفر فى النوع البرى السداسى التضاعف S. demissum سلسلة من جينات المقاومة للفطر ، تأخذ الرمز العام R مع رقم ؛ مثل R_1 ، و R_2 ، و R_3 ... إلخ . يؤدى وجود هذه

الجينات السائدة إلى إكساب العائل حالة فرط حساسية ، تجعله يبدو منيعاً للإصابة تحت ظروف الحقل . وقد نقلت عدة جينات لمقاومة الفطر من النوع البرى إلى أصناف تجارية من البطاطس . فمثلاً .. يحتوى الصنف Kennebec على الجين R_1 الذى يكسب النباتات مقاومة لسلالات الفطر أرقام : صفر ، و ٢ ، و ٣ ، و ٤ ، ولكنه لا يكون مقاوماً للسلالات أرقام : ١ ، و ٢ر١ ، و ٣ر١ ، و ٤ر١ . وبرغم أن الصنف الواحد قد يحتوى على جينات المقاومة : R_1 ، و R_2 ، و R_3 ، ويقاوم سلالات الفطر أرقام : ١ ، و ٢ ، و ٣ .. إلا أنه يكون قابلاً للإصابة بالسلالة المركبة ٣ر٢ر١ ؛ لذا .. فقد توقف استخدام هذا الطراز من المقاومة للندوة المتأخرة فى برامج التربية .

هذا .. وقد اتضح من دراسة أجريت على ٢٨ سلالة من البطاطس - فى معهد البطاطس الدولى - وجود ارتباط جوهرى (r = ٥ر٠) بين مقاومة النموات الخضرية ومقاومة الدرنات للندوة المتأخرة .

٢ - التربية لمقاومة العفن الفيوزارى :

يسبب الفطر Fusarium roseum عفناً لدرنات البطاطس . وتتوفر المقاومة للفطر فى سلالة البطاطس B7200 - 33 . وقد تبين - لدى مقارنة هذه السلالة بالصنف القابل للإصابة Russet Burbank - أن تكوين السيوبرين وبيريدرم الجروح يلعب دوراً هاماً فى مقاومة الفطر . ففى درنات السلالة المقاومة .. يتكون السيوبرين فى طبقة مستمرة حول الدرنة ، بينما يتكون السيوبرين فى درنات الصنف القابل للإصابة فى تجمعات ؛ الأمر الذى يسمح بحدوث الإصابة فيما بين هذه التجمعات . كذلك تكوّن بيريدرم الجروح بسرعة أكبر فى السلالة المقاومة ؛ الأمر الذى أوقف تقدم الفطر وحدوث العفن (O'Brien l& Leach ١٩٨٣) .

٣ - التربية لمقاومة التثألل :

يسبب الفطر Synchytrium endobioticum مرض التثألل Wart فى البطاطس . وتتوفر - حالياً - عدة أصناف من البطاطس ، تعد منيعة (أو مقاومة بدرجة عالية) لهذا الفطر ؛ الأمر الذى حد كثيراً من خطورة هذا المرض . وتتوفر عدة مصادر لمقاومة الفطر ،

والمقاومة صفة سائدة . وتوجد فى بعض الدول أكثر من سلالة من الفطر المسبب للمرض ، تستطيع بعضها إصابة الأصناف المقاومة للسلالة العادية الشائعة .

٤ – التربية لمقاومة الجرب العادى :

تسبب البكتيريا Streptomyces scabies مرض الجرب العادى فى البطاطس . وتوجد اختلافات كبيرة بين أصناف البطاطس فى قابليتها للإصابة بالمرض ، ويتحكم فى المقاومة أكثر من جين واحد .

٥ – التربية لمقاومة الذبول البكتيرى :

تسبب البكتيريا Pesudomonas solanacearum مرض الذبول البكتيرى فى البطاطس . وتتوفر المقاومة للمرض فى النوع الثنائى التضاعف S. phureja ، ويتحكم فيها عدة جينات سائدة وأخرى محورة ؛ مما يُصَعِّب من التربية للمقاومة . ومما يزيد الأمر صعوبة أن المقاومة تقل فاعليتها فى الأراضى الدافئة . وقد اختبر Jaworski وآخرون (١٩٨٠) ٥١ صنفاً من البطاطس لمقاومة المرض ، ووجدوا أن جميعها كانت قلابلة للإصابة ، فيما عدا الصنف أونتاريو Ontario ، الذى أظهر أعلى درجة من المقاومة .

التربية لمقاومة الأمراض النيماتودية

١ – التربية لمقاومة النيماتودا المتحوصلة :

تنتشر نيماتودا البطاطس المتحوصلة Potato cyst nemtodes من نوعى Globodera rostochiensis ، و G. pallida فى أجزاء كثيرة من العالم . وتتوفر مقاومة النوع الأول (G. rostochiensis) فى عدة أنواع ؛ منها :

S. vernei ، و S. multidissectum ، و S. microdontum ، و S. megistacrobolum .

وقد استعملت مقاومة النوع S. vernei على نطاق واسع فى برامج التربية ؛ نظراً لأنها تقاوم كل سلالات النيماتودا التى اختبرت فى الولايات المتحدة وأوروبا . وقد أدخلت هذه المقاومة فى أنساب عدد من أصناف البطاطس الهولندية والألمانية .

أما بالنسبة لمقاومة نوع النيماتودا G. pallida .. فقد اختبر Chavez وآخرون (١٩٨٨) ١٠٢٣ سلالة خضرية تمثل سبعة أنواع برية ثنائية المجموعة الكروموسومية من الجنس Solanum – إضافة إلى تحت النوع S. tuberosum ssp. tuberosum – وتبين من هذه الدراسة أن أكثر من ٢٥ ٪ من السلالات كانت مقاومة لسلالة النيماتودا P4A ، وأن نحو ٣٠ ٪ منها مقاومة للسلالة P5A . كما تبين – لدى اختبار أكثر من ٢٢٠٠ بادرة هجين نوعى بين هذه الأنواع والبطاطس المزروعة – أن المقاومة للسلالة P4A توجد فى أكثر من ٥٠٪ من نسل الهجن مع أى من S. leptophytes ، أو S. vernei ، أو S. gourlayi ، أو S. capsicibaccatum . كما وجدت المقاومة للسلالة P5A فى الأنواع السابقة ، وفى النوع S. sparsipilum .

وكان Ellenby قد أجرى أول اختبار موسع لتقييم مقاومة النيماتودا G. rostochiensis وذلك فى عام ١٩٥٢ (عن Holmes ١٩٧٨) ، وتوصل من دراسته إلى توفر المقاومة فى النوع البرى الثنائى S. vernei ، وفى خمس سلالات من تحت النوع S. tuberosum ssp. andigena ، وقد استخدمت إحداها – وهى السلالة CPC 1673 – بنجاح وعلى نطاق واسع فى برامج التربية للمقاومة ، وهى مقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز H_1 . وترجع مقاومة هذه السلالة إلى أن يرقات النيماتودا لا يمكنها النمو إلى إناث كاملة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى نقص أعداد النيماتودا فى التربة .

٢ – التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور :

تتوفر مقاومة نيماتودا تعقد الجذور فى عدة أنواع من الجنس Solanum ، مثل S. sparsipilum . وتبين – لدى تلقيح سلالات خضرية مقاومة وأخرى قابلة للإصابة من نفس النوع – أن المقاومة لنوع النيماتودا Meloidogyne arenaria تورث عن طريق الأم ؛ أى سيتوبلازميا . كما تبين أن السلالة المقاومة للنيماتودا M. arenaria كانت مقاومة – كذلك لكل من نوعى نيماتودا تعقد الجذور M. incognita ، و M. javanica (Gomez وآخرون ١٩٨٣) .

التربية لمقاومة الحشرات

لم تجر محاولات جادة لتربية البطاطس لمقاومة الحشرات ، باستثناء مابذل من جهد للتربية لمقاومة كل من حشرتى المن وخنفساء كلورادو . وقد توقفت جهود التربية لمقاومة خنفساء كلورادو بعد أن أمكن السيطرة عليها بالمبيدات . أما بالنسبة لحشرة المن .. فإن خطورتها لا ترجع - فقط - إلى ما قد تحدثه من أضرار مباشرة ، وإنما ترجع خطورتها - أساساً - إلى كونها وسيلة رئيسية لانتشار ونقل الأمراض الفيروسية .

وتتوفر المقاومة لكل من نوعى المن Myzus persicae ، و Macrosiphum euphorbiae فى بعض الأنواع البرية للجنس Solanum (Radecliffe & Lauer ١٩٦٦) ، إلا أن معظم هذه الأنواع المقاومة يصعب تلقيحها مع البطاطس . تجرى اختبارات المقاومة للمن فى الحقل أو فى البيوت المحمية على النباتات الكاملة ، كما يمكن إجراؤها على الأوراق فى المختبر . وقد تبين من الاختبارات المعلية أن صفة المقاومة سائدة جزئياً ، وتتراوح درجة توريثها - فى الأنواع الثنائية والرباعية - من ٥٠ - ٦٠ ٪ .

وقد تبين أن المقاومة لنوعى المن - المشار إليهما آنفا - فى أنواع البطاطس S. polyadenium ، و S. tarijense ، و S. berthaultii ترتبط بوجود الشعيرات الغدية على أوراق وسيقان النباتات ؛ فعندما يتحرك المن على سطح الأوراق .. تجرح الجدر الخلوية للشعيرات الغدية ، ويخرج منها سائل لزج ، يلتصق بأرجل الحشرة ، ويشل حركتها إلى أن تموت جوعاً . كما وجد أن الأوراق المسنة لهذه الأنواع شديدة القابلية للإصابة ؛ وربما كان ذلك بسبب قلة شعيراتها الغدية ، ونقص إفرازتها . ويذكر أن هذه المقاومة عامة ضد كل أنواع وسلالات المن ، وأنها تفيد - لو نقلت إلى البطاطس - فى مقاومة كل من المن والفيروسات التى ينقلها المن (عن Russell ١٩٧٨) .

ولمزيد من التفاصيل عن جهود التربية لمقاومة الآفات فى البطاطس .. يراجع كل من: Akeley (١٩٦٦) ؛ بخصوص مصادر المقاومة لاثنى عشر مرضا من أمراض البطاطس ، وطرق تقييم المقاومة ، و Smith (١٩٦٨) بخصوص مصادر مقاومة الأمراض والحشرات فى ٦٣ صنفاً من البطاطس وفى الأنواع الأخرى المزروعة والبرية من الجنس Solanum ، و Wiersema (١٩٧٢) .فيما يتعلق بجهود التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية ، و Rus-

sell (١٩٧٨) بخصوص مصادر ووراثة وطبيعة المقاومة لعدد كبير من أمراض البطاطس . كما أعطى Painter (١٩٥١) حصراً شاملاً لكل جهود التربية لمقاومة الحشرات فى البطاطس قبل عام ١٩٥١ .

الفصل السادس

تربية الفلفل والبلانجان

تربية الفلفل

ينتمى الفلفل pepper إلى الجنس Capsicum من العائلة الباذنجانية Solanaceae ، وهو يعد ثالث أهم محاصيل هذه العائلة بعد كل من الطماطم والبطاطس . ويختلف هذا المحصول عن الفلفل الأسود Piper nigrum الذى يتبع عائلة Piperaceae .

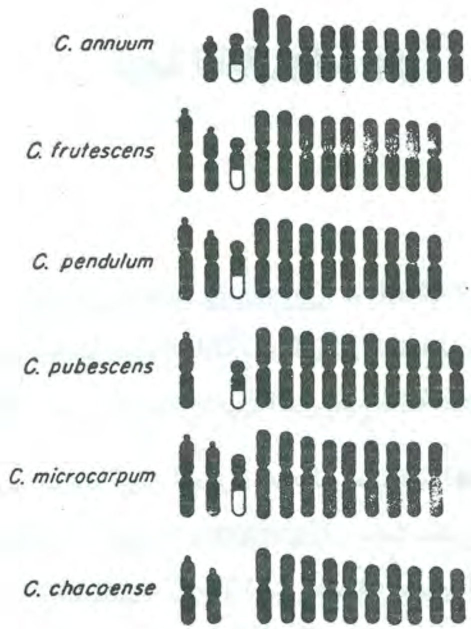
تنتمى جميع أصناف الفلفل الحلو ، ومعظم أصناف الفلفل الحريف التى تجفف وتستخدم كبهارات للنوع .Capsicum annuum L ، بينما ينتمى الصنف الحريف تاباسكو Tabasco للنوع .C. frutescens L ، وتنتمى أصناف أخرى قليلة إلى الأنواع -C. chi nense Jacq. و .C. baccatum L ، و .C. pubescens R. & P . ومعظم هذه الأصناف حريفة وتنتشر زراعتها فى أمريكا الوسطى ، وأمريكا الجنوبية ، والجزء الجنوبى من الولايات المتحدة الأمريكية (Smith وآخرون ١٩٨٧) .

الموطن وتاريخ الزراعة

موطن الفلفل هو أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية ، ولم يكن معروفاً فى أوروبا قبل اكتشاف أمريكا . نقل الفلفل إلى أوروبا فى القرن السادس عشر ، ويذكر سرور وآخرون (١٩٣٦) أن بعض أصناف الفلفل الأحمر كانت معروفة فى مصر ، ثم أدخل كثير من الطرز الأخرى فى عهد إسماعيل باشا .

السيتولوجى والأنواع البرية

يحتوى الجنس Capsicum على نحو ٢٠ - ٣٠ نوعاً ؛ منها خمسة أنواع تنتمى إليها جميع أصناف الفلفل المزروعة ، والباقية برية . وجميع الأنواع - المزروعة منها والبرية - ثنائية المجموعة الكروموسومية ، وفيها ٢ن = ٢س = ٢٤ . ويبين شكل (٦ - ١) أشكال هذه الكروموسومات (idiograms) فى ستة من أنواع الجنس (عن Greenleaf ١٩٨٦) .



شكل (٦-١) : أشكال الكروموسومات (idiograms) لستة من أنواع الجنس Capsicum .

وفيما يلى وصف موجز لأهم الأنواع التى تنتمى إليها الأصناف التجارية من الفلفل :

١ - النوع C. annuum

يعد هذا النوع أكثر أنواع الجنس كابسكم انتشاراً ، وأهمها من الوجهة الاقتصادية ، وينتمى إليه جميع أصناف الفلفل الحلو ، وغالبية الأصناف الحريفة التى تجفف ويصنع منها مسحوق البابريكا paprika ، ومسحوق الشيلى chili . يتميز هذا النوع بالمتوك الزرقاء ، والتويج ذى اللون الأبيض . تُحمل الثمار مفردة عند العقد ، وتكون الثمار صفراء،

أو خضراء اللون قبل النضج ، ويصبح لونها أحمر ، أو أصفر ، أو بنياً عند النضج . تنمو الطرز البرية من هذا النوع فى المنطقة الممتدة من جنوب الولايات المتحدة إلى شمال أمريكا الجنوبية ، وتشير الأدلة إلى أن أول استزراع لهذا النوع كان فى أمريكا الوسطى ، خاصة فى المكسيك .

يقسم Heiser (١٩٧٦) الطرز forms المعروفة من هذا النوع إلى مجموعتين كمايلى :

أ - مجموعة تضم جميع الأصناف التجارية ، وتتبع الصنف النباتى C. annuum var. annuum .

ب - مجموعة تضم جميع الطرز البرية ، وتتبع الصنف النباتى C. annuum var. minimum .

وتبعاً لهذا التقسيم .. فإن الشطة البلدى تتبع الصنف النباتى الأخير .

هذا .. بينما يقسم Schinners (١٩٥٦) أصناف الفلفل التجارية التابعة لهذا النوع إلى خمسة أصناف نباتية حسب شكل الثمرة ، كما يلى :

أ - أصناف الفلفل ذات الثمار الكريزية (Cherry) الشكل ، وتتبع الصنف النباتى C. annuum var. cerasiforme .

ب - أصناف الفلفل ذات الثمار القمعية (Cone) الشكل ، وتتبع الصنف النباتى C. annuum var. conoides

جـ - أصناف الفلفل ذات الثمار العنقودية الحمراء red cluster peppers وتتبع الصنف النباتى C. annuum var. fasciculatum .

د - أصناف الفلفل ذات الثمار الطويلة الرفيعة Cayenne types ، وتتبع الصنف النباتى C. annuum var. longum .

٢ - النوع C. frulescens :

ينمو هذا النوع برياً فى أمريكا الاستوائية ، وكذلك فى جنوب شرق آسيا ، ولا يزرع منه خارج المنطقة الاستوائية سوى الصنف التجارى تاباسكو . يتميز هذا النوع بأن متوك أزهاره زرقاء اللون ، وبتلاتها بيضاء ضاربة إلى الخضرة أو الصفرة ، وبأن بعض العقد قد

تحمل ثمرتين أو أكثر .

٣ – النوع C. baccatum :

تندر زراعة هذا النوع خارج أمريكا الجنوبية . وتوضع الطرز البرية منه تحت النوع النباتى C. baccatum var. baccatum . أما الأصناف المزروعة التابعة له .. فتوضع تحت الصنف النباتى C. baccatum var. pendulum . تنمو الطرز البرية – أساساً – فى بوليفيا والمناطق المتاخمة لها ، وربما بدأت زراعته فيها . يتميز هذا النوع بوجود بقع صفراء ، أو رمادية ، أو بنية اللون على البتلات ، وبوجود تسنين واضح بسبلات الزهرة .

٤ – النوع C. chinense :

تنتشر زراعة هذا النوع فى أمريكا الاستوائية ، وهو أكثر الأنواع المزروعة فى منطقة الأمازون ، وينتمى إليه أكثر أصناف الفلفل حرافة . أزهاره بيضاء اللون ، وتوجد صبغة الأنثوسيانين فى المتوك .

تتميز كأس الزهرة بأنها قصيرة ، وبوجود تحزز واضح عند قاعدتها ، وتوجد ٢ – ٥ أزهار عند كل عقدة ، وتكون أعناق الثمار منحنية بشكل واضح ، كما تكون ثمار الطرز البرية كروية وصغيرة ، ولايتعدى قطرها ٥ مم بينما يصل طول ثمار الطرز المزروعة إلى ٢٠سم .

٥ – النوع C. pubescens :

يطلق على الأصناف المزروعة من هذا النوع اسم روكوتو rocoto ، وهى تنمو – بكثرة – فى الإنديز ، وفى بعض المناطق المرتفعة من المسكيك وأمريكا الوسطى . أزهاره أرجوانية اللون بيضاء من قاعدتها ، وذات بقعة صفراء عند الغدة الرحيقية ، والمتوك قرمزية اللون ، والبذور سوداء اللون ومجعدة (Heiser ١٩٧٦ ، و Smith وآخرون ١٩٨٧) .

يتضح لدى مراجعة التقسيم السابق أن معظم الصفات التى يعتمد عليها فى تقسيم أنواع الفلفل هى صفات سطحية . ويعتقد Erwin (١٩٢٩) أن صفتى شكل الكأس (طبقى saucer - shaped أو فنجانى cup - shaped) ، وطريقة حمل الثمار (قائمة erect ، أو

مدلاة Pendent) هما أكثر الصفات ثباتاً ، وأنه يمكن الاعتماد عليهما فى تقسيم أنواع الجنس Capsicum . إلا أن Smith & Heiser (١٩٥١) يعتقدان أن أهم الصفات التى يمكن الاعتماد عليها فى هذا الشأن هى طبيعة النمو : عشبية أم متخشبة ، ولون الأزهار ، وعدد الثمار فى العقدة ، وحجم الثمار . ويقدم Hedrick (١٩١٩) عرضاً تاريخياً ، ووصفا نباتياً للأنواع التابعة للجنس Capsicum . ولمزيد من التفاصيل عن الوصف المورفولوجى لأنواع الجنس Capsicum .. يراجع Greenleaf (١٩٨٦) .

ويتوفر من جميع أنواع الفلفل - المزروعة والبرية - أكثر من ٢٥٠٠ مدخل نباتى (P.I.s) ، يحتفظ بها فى محطة إدخال النباتات بولاية جورجيا الأمريكية . ولمزيد من التفاصيل عن جيرمبلازم الجنس Capsicum .. يراجع Heiser (١٩٧٤) .

الهجن النوعية

يذكر Smith وآخرون (١٩٨٧) أن الأنواع C. annuum ، و C. frutescens ، و C. chinense يمكن أن تلقح مع بعضها البعض بدرجات متفاوتة من السهولة ، أو الصعوبة . أما النوعان C. baccatum ، و C. pubescens .. فلا يلقح أحدهما مع الآخر ، ولامع أى من الأنواع الثلاثة المذكورة آنفاً . هذا .. علماً بأن جميع الأنواع تنتمى إليها بعض الأصناف التجارية ؛ خاصة فى أمريكا الجنوبية حيث موطن الفلفل .

وخلافاً لما تقدم .. يذكر Heiser (١٩٧٦) إمكان إجراء التلقيح بين النوعين C. chinense ، و C. baccatum . ويوضح Smith & Heiser (١٩٥١) أن التلقيح بين C. annuum ، و C. frutescens صعب للغاية ، ولا ينجح إلا عند استعمال النوع الأخير كأم ، ولا ينتج منه سوى عدد قليل للغاية من البذور المكتملة التكوين .

ويبدو أن النوع C. pubescens منعزل وراثياً عن بقية الأنواع ، إلا أنه أمكن تهجينه مع النوع C. annuum بعد استخدام النوع C. siense كقنطرة (عن Watts ١٩٨٠) ؛ وذلك كمايلى :

(C. siense x C. annuum) x C. pubescens

وقد تمكن Kumar وآخرون (١٩٨٨) من إجراء تهجينات ناجحة بين النوع البرى

C. chaçoense ، وكل من الأنواع الثلاثة المزروعة C. annuum ، و C. frutescens ، و C. chinense عندما استخدم النوع البرى كأم ، ولكن الهجن العكسية لم تكن ناجحة . وقد كانت نباتات الجيل الأول للهجين النوعى مع C. annuum خصبة جزئياً ؛ وبذا .. أمكن الحصول على بذور الجيل الثانى للهجين ، بينما كان الهجينان النوعيان الآخران (مع كل من C. frutescens ، و C. chinense) عقيمين . ويبين جدول (٦-١) إمكانات التهجين والتهجين العكسى بين خمسة أنواع من الجنس Capsicum ؛ معبراً عن ذلك بمدى حيوية بذور الجيل الأول والثانى والهجين الرجعى ، ولمزيد من التفاصيل عن الهجن النوعية فى الجنس Capsicum .. يراجع Greenleaf (١٩٨٦) .

جدول (٦-١) : إمكانات التهجين بين أنواع الجنس Capsicum (أ) .

التهجين	التلقيح	حيوية بذور: الجيل الأول	حيوية بذور: الجيل الثانى	حيوية بذور: التلقيح الرجعى
C. annuum × C. frutescens	−			
C. annuum × C. chinense	++	++	++	++
C. annuum × pendulum[b]	م ج	م ج	+	−
C. annuum × C. pubescens	−			
C. frutescens × C. annuum	+	+	+	+
C. frutescens × C. chinense	+	+	+	+
C. frutescens × C. pendulum	++	++	+	+
C. chinense × C. × frutescens	+	+	+	+
C. chinense × C. annuum	+	+	+	+
C. chinense × C. pendulum	م ج	+	−	−
C. chinense × C. pubescens	−	م ج	−	−
C. pendulum × C. pubescens	−			

(أ) م ج : لم تنبت البذور إلا باستعمال مزارع الأجنة .

− : لم يُحصل على بذور قادرة على الإنبات .

+ : حُصل على بذور قليلة قادرة على الإنبات .

++ : حُصل على بذور كثيرة قادرة على الإنبات

تداول النبات لأغراض التربية

أولاً : الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار مفردة – عادة – فى نهايات الأفرع ، إلا أنه بسبب طبيعة التفرع الثنائى الشعبية .. فإنها تبدو محمولة فى آباط الأوراق . وتحمل الثمار فى بعض الأنواع فى نورات سيمية cymes صغيرة ، تتكون من خمس سبلات تكبر مع نمو الثمرة لتحيط بقاعدتها . يتكون التويج من خمس بتلات منفصلة لونها أبيض عادة ، ولكنها قد تكون قرمزية أحياناً .توجد – عادة – أسدية منفصلة ، المتوك زرقاء ، وتنشق طولياً . قلم الزهرة طويل ، وينمو لمسافة أطول من الأسدية . يتكون المبيض من ٢ – ٤ مساكن (Purseglove ١٩٧٤) . يحدث الانقسام الاختزالى فى العضو الأنثوى قبل تفتح الزهرة بأربعة أيام ، وتكون البويضات مكتملة التكوين قبل تفتح الزهرة مباشرة .

تتفتح الأزهار خلال ساعتين من شروق الشمس ، وتظل متفتحة لمدة تقل عن يوم كامل . تنتشر حبوب اللقاح خلال ١ – ١٠ ساعات من تفتح الزهرة ، وتكون المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح خلال اليوم الأول فقط من تفتح الأزهار . يستمر نمو الأنابيب اللقاحية فى قلم الزهرة لمدة يومين ، ولا يحدث الإخصاب إلا فى اليوم الثالث من تفتح الزهرة . وبينما يبدأ الإندوسبرم فى التكوين منذ اليوم الرابع لتفتح الزهرة .. فإن أول انقسامات اللاقحة لتكوين الجنين لايحدث إلا فى اليوم السادس بعد تفتح الزهرة (عن Greenleaf ١٩٨٦) .

يعتبر الفلفل من النباتات الخلطية التلقيح جزئياً . ويتم التلقيح الخلطى بواسطة الحشرات التى تزور الأزهار لجمع الرحيق وحبوب اللقاح . ولا تعد أزهار الفلفل جذابة للحشرات . ومن أهم الحشرات فى عملية التلقيح النمل والنحل ، إلا أن النحل يكون له دور أكبر بكثير من النمل (McGregor ١٩٧٦) . يحدث معظم التلقيح الخلطى بين الساعة السابعة والحادية عشرة صباحاً ، وتتراوح نسبته من ٧ ٪ – ٣٢ ٪ (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) . إلا أن نسبة التلقيح الخلطى تزداد كثيراً على ذلك عند زيادة النشاط

الحشرى ، فقد وجد Tanksley (١٩٨٤) أن متوسط نسبة التلقيح الخلطى فى الفلفل الحريف بلغت ٤٢ ٪ ، كما وصلت فى بعض النباتات إلى ٩١ ٪ ويذكر George (١٩٨٥) أن نسبة التلقيح الخلطى بلغت ٦٨٪ فى إحدى الدراسات فى الهند .

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة الفلفل عنبة berry ، ذات عنق قصير وسميك . تحمل الثمار متجهة لأعلى عادة (erect) وهى صغيرة ، وقد تبقى كذلك فى بعض الأصناف ، أو قد تتجه إلى أسفل أثناء نموها فى أصناف أخرى لتصبح متدلية (Pendent) . تختلف الثمار فى الشكل ؛ فقد تكون مكعبة (ناقوسية) ، أو قلبية ، أو أسطوانية ، أو كروية ، أو كريزية ، أو فى شكل ثمرة الطماطم ، أو طويلة ورفيعة .

كما تختلف فى اللون قبل النضج ؛ فقد تكون صفراء ، أو خضراء . أما الثمار الناضجة .. فقد يكون لونها أصفر ، أو أحمر ضارباً إلى البرتقالى ، أو أحمر قاتماً ، أو أسود ، أو بنياً . كما تنقسم قاعدة الثمرة – عادة – إلى ٢ – ٤ حجرات حسب الصنف ، إلا أن الفواصل لاتمتد إلى نهاية الثمرة ؛ حيث تظهر حجرة واحدة فى الطرف الزهرى للثمرة . وتظهر على الثمار – من الخارج –انخفاضات تحدد موضع الفواصل الممتدة بين المساكن . وتتكتل البذور على المشيمة فى قاعدة الثمرة .

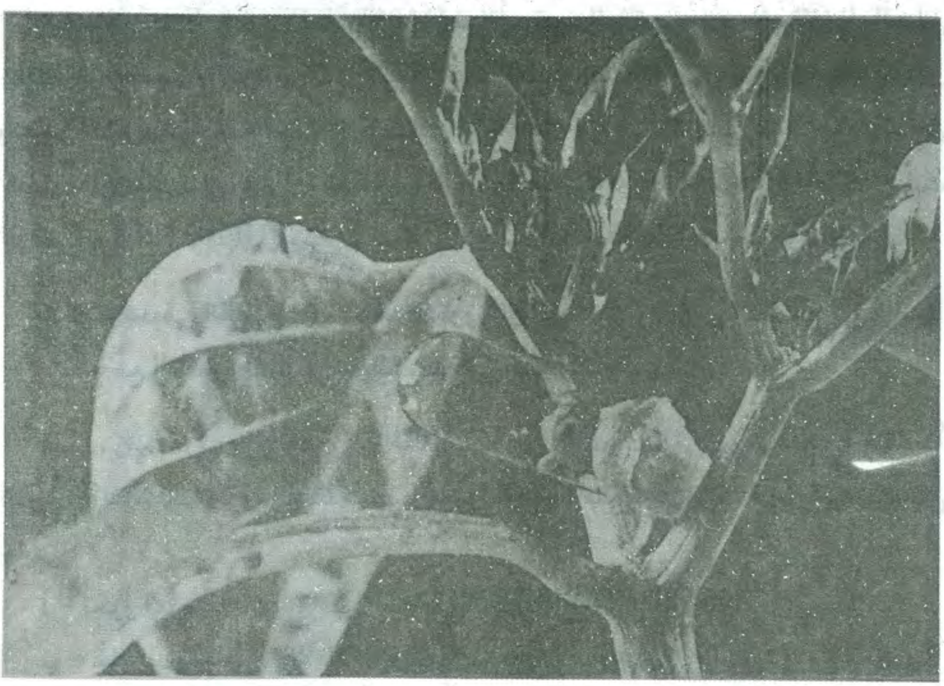
إن بذرة الفلفل أكبر قليلاً من بذرة الطماطم ، وهى مبططة ، ولونها أصفر ، وملساء ، بها انخفاض ظاهر ، ويبدو فيها الحبل السرى بارزاً قليلاً من حافة البذرة . هذا .. إلا أن بعض الأنواع – مثل C. pubescens – تكون بذورها سوداء اللون ومجعدة .

ثالثاً : طريقة إجراء التلقيحات

تنتثر حبوب القاح وقت تفتح الأزهار ؛ لذا . يلزم إجراء الخصى فى مرحلة النمو البرعمى . وبرغم أن المياسم لا تكون مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح إلا فى مرحلة متأخرة من نمو البرعم .. إلا أنه يمكن إضافة حبوب اللقاح بنجاح وقت إجراء عملية الخصى .

يلزم حماية الأزهار من أى تلقيح خلطى بعد الخصى ؛ نظراً لأن الحشرات تزور أزهار

الفلفل ، وتحدث بها نسبة عالية من التلقيح الخلطى . وتستخدم للحماية من التلقيح الخلطى أى من الوسائل التى سبق شرحها تحت الطماطم . ويبين شكل (٦-٢) كيفية غلق زهرة الفلفل المخصية الملقحة بكبسولة جيلاتينية ، مع غلق فوهة الكبسولة بقطعة من القطن . ويمكن أن ينتج من التلقيح الواحد نحو ٢٠٠ بذرة (عن Watts ١٩٨٠) .



شكل (٦-٢) :كيفية غلق زهرة الفلفل المخصية الملقحة بكبسولة جيلاتينية مع غلق فوهة الكبسولة بقطعة من القطن (عن McArdle & Bouwkanp ١٩٨٠) .

هذا .. وإن لم تتوافق مواعيد التزهير بين السلالات ، أو النباتات التى يراد تلقيحها .. فإن حبوب لقاح السلالة المستخدمة كأب يمكن تخزينها بحالة جيدة - وهى داخل المتوك - لمدة ١٠ أيام على درجة حرارة -٥°م ، مع رطوبة نسبية قدرها ٩٧٪ .

رابعاً :الظواهر التى يمكن الاستفادة منها فى إنتاج الهجن التجارية

١ – ظاهرة العقم الذكرى :

اكتشف العقم الذكرى السيتوبلازمى فى الفلفل بواسطة P.A. Peterson عام ١٩٥٨ (عن Heiser ١٩٧٦) .

ووجد Shiffriss & Frankel (١٩٦٩) نباتاً عقيم الذكر من صنف الفلفل الحلو All Big ، وتبين بالدراسة الوراثية أن تلك الصفة بسيطة ، ومتنحية ، ولا تتأثر بتغير الظروف البيئية . كما اكتشف Subramanga & Ozaki (١٩٨٤) نباتاً من الفلفل كان ذا أزهار مغلقة لا تتفتح . وقد أنتجا منه سلالة تحتفظ بهذه الخاصية أعطيت الرقم UFBG 8209 - 1 . وتبين بالدراسة الوراثية أن تلك الصفة بسيطة ، ومتنحية .

كذلك توجد فى الفلفل ظاهرة العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى ، تتشابه فى وراثتها – تماماً – مع الظاهرة المماثلة المعروفة جيداً فى البصل .

هذا .. وقد عرف – كذلك – فى الفلفل عدد من الطفرات التى تجعل النبات عقيماً أنثوياً Female Sterile . وتختلف هذه الطفرات فيما تحدثه للزهرة ؛ فهى قد تؤدى إلى مايلى :

أ – تحور البويضات إلى تراكيب خيطية الشكل Threadlike Ovules .

ب – خلو البويضات من الأغلفة البويضية .

جـ – خلو الزهرة من القلم (حالة الـ Stylessness) .

د – تحور الأعضاء الأنثوية إلى بتلات . وقد اكتشف Wilson وآخرون (١٩٨٢) هذه الطفرة التى كانت بسيطة ومتنحية وذات تأثير متعدد ؛ فإلى جانب تأثيرها على عضو التأنيث .. فإنها تجعل ساق النبات مفلطحة وكثيرة التفريغ ، وتعطى النبات منظراً متورداً rosette .

٢ – ظاهرة عدم التوافق :

لا توجد ظاهرة عدم التوافق فى أى من الأنواع الخمسة المزروعة من الجنس Capsicum ؛ فجميعها متوافقة ويمكن تلقيحها ذاتياً . ولكن توجد ظاهرة عدم التوافق فى

بعض الأنواع البرية ، بينما يبرز الميسم من الأنبوبة المتكية فى أنواع أخرى ؛ الأمر الذى يشجع على التلقيح الخلطى (عن Heiser ١٩٧٦) .

وراثة الصفات والتربية لتحسين المحصول وصفات الجودة

تعد كثير من صفات النبات والثمار من الصفات المؤثرة فى المحصول ، كما أن بعضها تعد من صفات الجودة الهامة ؛ لذا .. فإننا نتناول موضوع وراثة الصفات ، مع التربية لتحسين المحصول وصفات الجودة - معاً - فى هذا الجزء تجنباً للتكرار .

أولاً : صفات النبات المورفولوجية :

١ - طبيعة النمو :

يعد النمو الطبيعى صفة بسيطة سائدة على النمو المتقزم .

٢ - لون الساق :

يعتبر اللون القرمزى صفة بسيطة سائدة على اللون الأخضر الطبيعى .

٣ - شكل الأوراق :

يعد شكل الأوراق الطبيعى البيضاوى صفة بسيطة سائدة على الشكل الدائرى .

٤ - ملمس الأوراق :

تعد الأوراق الذهبية الملمس صفة سائدة على الأوراق الملساء ، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية .

٥ - لون الأزهار :

يعد لون الأزهار القرمزى صفة بسيطة سائدة على اللون الأبيض(عن Boswell ١٩٣٧).

٦ - عدد الأزهار بكل عقدة :

يعد عدد الأزهار عند كل عقدة من الصفات المميزة لأنواع الجنس Capsicm ؛ حيث

يكون العدد زهرة واحدة عند كل عقدة فى النوع C. annuum ، و ٢ - ٣ أزهار فى النوع C. frutescens ، و ٣ - ٥ أزهار فى النوع C. chinense .

ويساعد نقل صفة الأزهار الكثيرة عند كل عقدة - من الأنواع البرية إلى الأصناف التجارية - على تركيز عقد الثمار ، وتجانس النضج ، وخفض تكاليف الحصاد ، مع احتمال زيادة المحصول .

وقد قام Subramanya (١٩٨٣) بتلقيح السلالة P.I. 159236 من C. chinense مع الصنف Delray Bell من النوع C. annuum فى محاولة لنقل صفة تعدد الأزهار عند كل عقدة من النوع الأول إلى الثانى ، وكان الجيل الأول بينهما وسطاً فى الصفة ؛ حيث ظهرت به زهرتان عند كل عقدة . وتبين من الانعزالات فى الجيلين الثانى والثالث والتلقيحات الرجعية أن جينات قليلة رئيسية (ربما ثلاثة جينات) تتحكم فى صفة وجود زهرتين عند كل عقدة ، بينما لزمت جينات أخرى إضافية لظهور صفة وجود أكثر من زهرتين عند كل عقدة .

وتأكيداً لذلك . وجد Tanksley & Iglesias - Olivas (١٩٨٤) أن صفة تعدد الأزهار فى العقدة الواحدة فى النوع C. chinense (التى يبلغ متوسطها ٢ - ٤ أزهار / عقدة ، وإن كانت تصل فى بعض الأصناف إلي ١٠ أزهار / عقدة) - مقارنة بطبيعة حمل الأزهار المفردة فى النوع C. annuum - يتحكم فيها ٥ أزواج من العوامل الوراثية على الأقل . كما يذكر Greenleaf (١٩٨٦) أن عدد الجينات الذى يتحكم فى هذه الصفة ربما كان ٧ أزواج . وبالمقارنة .. كان Barrios & Moskar (١٩٧٢) قد توصلا إلى أن صفة حمل الأزهار فى عناقيد يتحكم فيها عامل وراثى واحد .

٧ - طريقة حمل الثمار :

تعتبر الثمار المتدلية Pendent صفة بسيطة سائدة على الثمار القائمة erect .

ثانياً : صفات الثمار :

١ – طول عنق الثمرة :

يفيد العنق الطويل فى إعطاء الثمار الكبيرة مجالاً للنمو ، بينما تزيد نسبة الثمار المشوهة – فى الأصناف ذات الثمار الكبيرة – عندما تكون أعناقها قصيرة . وقد وجد أن صفة العنق الطويل سائدة وكمية ، وقدرت درجة توريثها على النطاق الضيق بنحو ٨٨ ٪ .

٢ – التصاق الكأس بالثمرة :

يعتبر الكأس غير الملتصقة بالثمرة non - clasping صفة بسيطة سائدة على الكأس الملتصق Clasping .

٣ – حجم الثمرة :

يعد حجم ثمرة الفلفل صفة كمية يتحكم فيها عديد من العوامل الوراثية ، وقدر عددها – فى إحدى الدراسات – بنحو ٢٠ – ٣٣ عاملاً وراثياً .

وتكون ثمار الجيل الأول وسطاً فى الحجم بين ثمار نباتات الآباء .

ويستدل من إحدى الدراسات على أنه يمكن التنبؤ بحجم ثمار الجيل الأول من الجذر التربيعى لحاصل ضرب متوسط حجم ثمار كل من أبوى الهجين . كما أوضحت دراسة أخرى أن صفة الثمار الكبيرة سائدة على الثمار الصغيرة (عن Khalil ١٩٧٤) .

وقد تبين من دراسات Maksoud وآخرين (١٩٧٧) أن صفة وزن أو حجم ثمرة الفلفل يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ، مع وجود سيادة جزئية لصفة الثمار الصغيرة ، بالإضافة إلى وجود عديد من الجينات المحورة التى تلزم لظهور صفة الثمار الصغيرة . وقدرت درجة توريث الصفة على النطاق العريض بنحو ٨٩ ٪ .

هذا .. ويوجد ارتباط موجب بين حجم ثمرة الفلفل ومساحة الورقة ، لدرجة أن بعض الباحثين اعتقد بإمكان الانتخاب لصفة الثمار الكبيرة بانتخاب البادرات ذات الأوراق الكبيرة . وبرغم ذلك .. فإن الصفتين يتحكم فيهما عوامل وراثية مختلفة .

ومن جـهة أخرى .. يوجد ارتباط سـالب بين حجم الثمار وعددها بالنبات (عن El Has-san & Smith ١٩٧٠) .

٤ – شكل الثمرة :

ذكر أن صفة الثمار المفلطحة oblate بسيطة جزئياً وسائدة جزئياً على الثمار المطاولة elongated (عن El Hassan & Smith ١٩٧٠) .

وأوضحت دراسات Maksoud وآخرون (١٩٧٧) أنه يتحكم فى وراثة قطر ثمرة الفلفل زوجان من العوامل الوراثية ذات تأثير إضافى ، وقدروا درجة توريثها – على النطاق العريض – بنحو ٩٢ ٪ . وكانت صفة قطر الثمر مرتبطة بدرجة عالية مع صفتى وزن الثمرة وحجمها .

٥ – عدد المساكن :

وجد Maksoud وآخرون (١٩٧٥) أنه يتحكم فى صفة عدد المساكن (الحجرات) فى ثمرة الفلفل زوج واحد من العوامل الوراثية ، مع سيادة جزئية لعدد قليل من المساكن ، وقدروا درجة توريث الصفة – على النطاق العريض – بنحو ٧٦ ٪ .

٦ – سمك الجدار :

ذكر أن صفة سمك جدار ثمرة الفلفل كمية ، ويتحكم فيها ٨ أزواج من العوامل الوراثية ذات تأثير تضاعفى (عن Khalil ١٩٧٤) . إلا أن دراسات Maksoud وآخرين (١٩٧٥) أوضحت أن صفة الجدار السميك بسيطة وسائدة جزئياً ، وقدروا درجة توريثها – على النطاق العريض – بنحو ٩٣٫٥ ٪ .

٧ – لون الثمار :

بالنسبة للثمار غير الناضجة .. فإن اللون الأخضر صفة بسيطة وسائدة على اللون الأصفر (عن Boswell ١٩٣٧) .

أما بالنسبة للثمار الناضجة .. فإن اللون الأحمر – فى كل من C. annuum ،

و C. pubescens – صفة بسيطة وسائدة على اللون الأصفر فى كل من النوعين C. pendulum ، و C. chinense (El Hassan & Smith ١٩٧٠) .

وقد عثر Smith (١٩٤٨) على طفرة ذات ثمار بنية اللون عند النضج ، وتبين أنها صفة متنحية ، ويتحكم فيها جين واحد يمنع تحلل الكلوروفيل عند النضج ؛ وبذا .. تختلط الصبغات الحمراء بالخضراء ؛ الأمر الذى يؤدى إلى ظهور اللون البنى . وفى دراسة أجراها Shiffress (١٩٨٧) ..لم يظهر اللون المتوقع فى ثمار النباتات التى تحمل الجين المسئول عن منع تحلل الكلوروفيل (الجين cl) عندما كانت الثمار كريمية أو كبريتية اللون ؛ لأنها لم تكن تحتوى على تركيز كافٍ من الكلوروفيل لظهور اللون البنى .

ويعتقد – حالياً – أنه توجد أربعة تراكيب وراثية تتحكم فى الألوان الأربعة للثمار الناضجة ، وهى :

أ – اللون الأصفر ، ويمثله الصنف Oshkosh ، وتركيبه الوراثى $yy\ cl^+\ cl^+$.

ب – اللون الأحمر ، وتمثله السلالة Acc. 406 ، وتركيبها الوراثى $y^+y^+\ cl^+\ cl^+$.

جـ – اللون البنى ، وتمثله السلالة Acc. 401 ، وتركيبها الوراثى $y^+y^+\ clcl$.

د – اللون الأخضر ، وتركيبه الوراثى yy cl cl .

ويؤدى تلقيح النباتات ذات التركيب الوراثى الأحمر الأصيل مع النباتات ذات التركيب الوراثى الأخضر الأصيل إلى انعزال ألوان الثمار : الأحمر ، والأصفر ، والبنى ، والأخضر فى الجيل الثانى بنسبة ٩ : ٣ : ٣ : ١ على التوالى .

وغنى عن البيان أن اللون الأخضر للثمار الناضجة ذو فائدة كبيرة ؛ لأنه يساعد على إطالة فترة الحصاد ، والخزن الطازج ، دون أن يتغير لون الثمار إلى اللون الأحمر ، الذى لايعد مقبولاً لدى مستهلكى الفلفل الحلو (Greenleaf ١٩٨٦) .

ثالثاً : صفات الجودة الفسيولوجية :

١ – محتوى الثمار من فيتامين ج :

ذكر أن ثمار نباتات الجيل الأول تكون وسطاً بين الآباء فى محتوى ثمارها من فيتامين ج (عن Khalil ١٩٧٤) . كما وجد Maksoud وآخرون (١٩٧٥ أ) أن تركيز الفيتامين بالثمار صفة بسيطة ذات سيادة غير تامة ، وقدروا درجة توريثها – على

النطاق العريض - بنحو ٩٤ ٪ .

٢ - محتوى الثمار من الكابسيسين :

الكابسيسين Capsaicin هو المركب الكيميائى المسئول عن الحرافة فى ثمار الفلفل الحريفة . وقد ذكر أن الحرافة العالية صفة بسيطة سائدة ، ولكن نظراً لوجود درجات مختلفة من الحرافة .. لذا يعتقد أنه توجد جينات أخرى محورة لتأثير هذا الجين (عن Heiser ١٩٧٦) . كما أن الحرارة العالية - ليلاً أو نهاراً - تزيد من محتوى الثمار من الكابسيسين . وقد قدر Khalf - Allah وآخرون (١٩٨٢) درجة توريث الحرافة - على النطاق الضيق - فى الشطة البلدى بنحو ٧٣٫٥ ٪ ، وكانت تلك الصفة مرتبطة إيجابياً بمحتوى الثمار من المادة الجافة ، وبعدد فروع النبات . وقد تمكن الباحثون - خلال دورتين فقط من الانتخاب المتكرر - من رفع نسبة الكابسيسين فى ثمار الشطة البلدى من ٠٫٦٩٪ إلى ١٫٠٨ ٪ ؛ أى بزيادة قدرها ٥٥٫١٢ ٪.

ونظراً لصعوبة إجراء الانتخاب لصفة الحرافة ؛ لذا .. طورت طريقة كيميائية سريعة للتعرف على درجة الحرافة . وتبعاً لهذا الاختبار .. تؤخذ قطعة صغيرة من نسيج المشيمة ، وتوضع على ورقة ترشيح ، مع هرسها - برفق - بإبرة تشريح ؛ لكى يُمتص جزء من الإفرازات الزيتية لقطعة المشيمة على ورقة الترشيح . تضاف بعد ذلك نقطة من محلول ١٪ من vanadium oxytrichloride فى Carbon tetrachloride (الكشاف Marquis) ؛ حيث يستدل على وجود الكابسيسين بظهور لون أزرق ، ويرتبط تركيزه بمدى قتامة اللون . ويعطى Greenleaf (١٩٨٦) التباينات فى محتوى الكابسيسين فى عدد من الأصناف والسلالات التى تتبع ستة أنواع من الجنس Capsicum .

٣ - الخلو من العيوب الفسيولوجية :

نادراً ماتظهر الشقوق Cracks فى ثمار الفلفل ، ولكن تظهر الندوب scars - أحيانا - فى الثمار الكبيرة للطرز التى تعرف باسم جالابينو jalapeno . وبينما تمتد الشقوق بعمق الجدار الثمرى كله إلى المساكن .. فإن الندوب تكون مجرد تفلق سطحى فى طبقة الكيوكتيل (الأديم) . وقد وجد Johnson & Knavel (١٩٩٠) أن هاتين الصفتين كميتان ،

وليس لهما علاقة تذكر بحجم الثمرة أو شكلها .

كذلك قد تظهر نموات ثمرية داخلية – تتكون كبروازات من المشيمة أو جدار الثمرة – فى بعض الأصناف ذات الثمار الكبيرة الحجم . وتلك صفة وراثية يمكن التخلص منها بالانتخاب .

ولمزيد من التفاصيل عن وراثة الصفات فى الفلفل .. يراجع كل من Lippert (١٩٦٦) ، و Greenleaf (١٩٨٦) . يعطى المرجع الأخير قائمة كبيرة بأهم الجينات التى تهم المربى التى تتوفر فى الجنس Capsicum .

التربية للتأقلم على وسائل الإنتاج والظروف البيئية القاسية

١ – التربية للصلاحية للحصاد الآلى :

تتحدد مدى صلاحية أصناف الفلفل للحصاد الآلى بعدد من العوامل ؛ أهمها : مدى سهولة انفصال عنق الثمرة ، ومدى التركيز فى نضج الثمار .

وقد أمكن التعرف على جينات تسمح بانفصال الثمرة عن العنق بسهولة ؛ منها طفرة – أطلق عليها فى بداية الأمر اسم صفة الثمار المتساقطة Decidious Fruit Character (Smith ١٩٥١) – ويتحكم فيها جين واحد سائد ، يؤدى إلى سهولة انفصال الثمرة عن العنق فى المراحل المتقدمة من النضج . وقد غير اسم هذه الطفرة – فيما بعد – إلى " اللب الطرى " Soft Flesh ؛ لأن انفصال الثمرة كان راجعاً – أساساً – إلى تمزق جدرها وأنسجة المشيمة ، ولم تتبين أية قيمة لهذه الطفرة بالنسبة للتربية للحصاد الآلى ؛ لأن الثمار تسقط على الأرض .

ولكن أمكن اكتشاف جين آخر ذى سيادة غير تامة ، يتحكم فى انفصال الثمار الناضجة عن العنق ، دون أن يكون ذلك راجعاً إلى تمزق أنسجة جدار الثمرة وأنسجة المشيمة كما فى الجين السابق .

كذلك وجدت اختلافات وراثية كثيرة بين أصناف الفلفل فى مدى سهولة انفصال ثمارها

عن العنق وهى فى مرحلة النضج الاستهلاكى ؛ كان مردها إلى اختلاف هذه الأصناف فى مساحة موضع اتصال عنق الثمرة بالثمرة .

وقد وجد Werner & Honma (١٩٨٠) من دراساتهما الوراثية أن القوة اللازمة لفصل الثمار عن العنق يتحكم فيها عدد قليل من العوامل الوراثية ، كان جل تأثيرها إضافياً . كما وجدا ارتباطاً جوهرياً موجباً بين القوة اللازمة لفصل الثمار عن العنق وبين طول وعرض ووزن الثمار فى نباتات الجيل الثانى . كما توصل Setiamihardja & Knavel (١٩٩٠) إلى نتائج مماثلة من دراساتهما الوراثية على الصنف Serrano Chili الذى يسهل فصل ثماره عن العنق ؛ فقد وجدا ارتباطاً موجباً بين طول العنق وطول الثمرة ، وبين قطر العنق وقطر الثمرة ، وبين القوة اللازمة لفصل الثمرة وكل من طول وقطر العنق والثمرة فى معظم العشائر الانعزالية .

٢ - التربية لتحمل مبيدات الحشائش :

يعتقد الكثيرون أن إنتاج صنف جديد مقاوم لأحد مبيدات الحشائش المتداولة أقل تكلفة من إنتاج مبيد جديد للحشائش مناسب للمحصول ؛ حيث تقدر تكلفة إنتاج الصنف الجديد بنحو ١ ٪ - ٥ ٪ فقط من تكلفة إنتاج المبيد الجديد . وتبرز تلك الحقيقة بجلاء فى حالة المحاصيل البستانية التى لاتزرع على نطاق واسع كالمحاصيل الحقلية .

وبالنسبة للفلفل .. فإنه يتوفر مدى واسع من القدرة على تحمل مبيد الحشائش بنتازون bentazon بين الأصناف . وكان قد اكتُشِفَ مستوى عالٍ من القدرة على تحمل المبيد فى الصنف Bohemian Chili ، الذى صنف على أساس أنه يتبع النوع C. chinense ولكن يعتقد أنه يتبع النوع C. annuum ثم اكتشف مستوى مماثل من القدرة على تحمل المبيد فى صنف الفلفل Santaka .

وقد أوضحت الدراسات الوراثية أن مقاومة الصنف الأخير يتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Bzt ؛ نسبة إلى صفة تحمل البنتازون Bentazon tolerance (Fery & Harrison ١٩٩٠) .

٣ – التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية :

تتباين أصناف الفلفل التابعة للنوع C. baccatum var. pendulum فى سرعة إنبات بذورها فى درجات الحرارة المنخفضة . ووجد Randle & Honma (١٩٨٠) أن صفة الإنبات البطىء – تحت هذه الظروف – سائدة جزئياً على الإنبات السريع ، ويتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى مع تأثير سيادة .

كما تتفاوت أصناف الفلفل التجارية التابعة للنوع C. annuum فى قدرة بذورها على الإنبات فى درجات الحرارة المرتفعة ؛ فقد وجدت Coons وآخرون (١٩٨٩) أن أصناف الفلفل تتباين فى هذه الخاصية عندما يكون الإنبات على درجة حرارة ثابتة مقدارها ٣٥°م ، وكان أكثرها قدرة على الإنبات عند هذه الدرجة الصنفين Mercury ، و Yolo wonder B . وبالمقارنة .. فإن إنبات جميع الأصناف كان جيداً على درجتى الحرارة ٢٥ ، و ٣٥°م ، وسيئاً عند درجة ٤٠°م ، بينما كان إنبات جميع الأصناف وسطاً عند درجة حرارة متغيرة مقدارها ٤٠°م / ٢٥°م (نهار / ليل) ، وانخفض – تدريجياً – بارتفاع حرارة الليل إلى ٣٠ ، و ٣٥°م . وقد أوضحت اختبارات التترازوليم Tetrazolium Tests أن نسبة عالية من البذور التى لم تنبت فى الحرارة العالية (٤٠°م) كانت حيويتها مازالت عالية بعد انتهاء الاختبار .

وربما لايمكن لبذور بعض السلالات التخلص من أغلفتها البذرية بعد الإنبات ؛ مما يعيق انفصال الفلقات ، ويحد من نمو البادرات . ويمكن التخلص من هذه الصفة بالانتخاب .

ومن المعروف أن البراعم الزهرية وأزهار الفلفل المتفتحة تسقط – دون عقد – إذا تعرضت النباتات لأية ظروف بيئية قاسية ؛ مثل : درجات الحرارة العالية ، والجفاف – خاصة عندما يكون ذلك مصاحباً بارتفاع فى درجة الحرارة – والإضاءة الشديدة الارتفاع أو الشديدة الانخفاض ، وانخفاض مستوى النيتروجين فى التربة . وتتباين أصناف الفلفل فى مدى تساقط براعمها الزهرية أو أزهارها لدى تعرضها لتلك الظروف . ويعتقد أن هذا التساقط يرجع إلى إنتاج النباتات لهرمون الإثيلين فى مثل هذه الحالات .

وقد افترض Tripp & Wien (١٩٨٩) أن أصناف الفلفل التى تختلف فى حساسيتها للظروف البيئية القاسية تختلف أيضاً في قدرتها على إنتاج هذا الغاز .

وفى محاولة لاختبار صحة هذا الافتراض .. قام الباحثان بمعاملة خمسة أصناف من الفلفل بتركيزات مختلفة من الإيثيلين - خلال مراحل مختلفة من نموها - ووجدوا أن الأصناف الحساسة للظروف القاسية أسقطت - من البراعم الزهرية والأزهار غير العاقدة - نسبة أعلى من تلك التى أسقطها الأصناف المقاومة لهذه الظروف لدى رشها بالإيثيفون بتركيز ٧٥ - ٢٠٠ جزء فى المليون ، بينما أدى الرش بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون من الإيثيفون إلى سقوط جميع البراعم فى جميع الأصناف .

وفى دراسة تالية .. أكد Wein (١٩٩٠) أن الرش بالإيثيفون بتركيز ٧٥ ، أو ١٥٠ جزءاً فى المليون - فى غياب أية ظروف بيئية قاسية - يفيد كثيراً فى تعرف التراكيب الوراثية الحساسة لهذه الظروف . كما وجد أن تظليل النباتات إلى درجة حجب ٨٠ ٪ من الضوء الساقط عليها يعطى النتيجة ذاتها ، ولكن تميزت طريقة التظليل عن الرش بالإيثيفون بأنها قابلة للتطبيق فى مدى أوسع من الظروف البيئة . وباستخدام أى من هاتين الطريقتين .. تمكن الباحث من تميز ثلاثة أصناف أقل من غيرها تعرضاً لتساقط الأزهار والبراعم الزهرية ، وهى : Ace ، و Canape ، و Belrubi .

ومن بين أصناف الفلفل التى يمكنها العقد فى الجو البارد نسبياً كل من الصنفين Pennwonder ، و Vinedale . وبالمقارنة .. يعتبر الصنفان Albig ، و Keystone Resistant Giant قادرين على العقد فى الحرارة العالية نسبياً .

هذا .. ولم يستفد - إلى الآن - من ظاهرة العقد البكرى فى الفلفل فى التغلب على ظاهرة سوء العقد فى الظروف البيئية القاسية برغم توفر هذه الظاهرة فى الفلفل . وقد اكتشفها Curtis & Scarchuk (١٩٤٨) ، ووجدا أنها صفة بسيطة ومتنحية .

١ - عفن الجذور الفيتوفثورى Phytopthora Root Rot :

يسبب الفطر Phytopthora capsici مرض عفن الجذور الفيتوفثورى فى الفلفل ، وتتوفر مقاومة الفطر فى السلالات PM 217 ، و PM 701 ، و P.I. 201234 ، وهى مقاومة كمية تتأثر كثيراً بالظروف البيئية (I.N.R.A - فرنسا) . وتبين دراسات أخرى أن المقاومة سائدة ، ويتحكم فيها جين واحد أو جينان .

٢ - التبقع البكتيرى Bacterial Spot :

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris pv. vesicatoria مرض التبقع البكتيرى فى الفلفل . وتتوفر المقاومة فى عدة مصادر تختلف عن بعضها فى جينات المقاومة ؛ فقد وجد Adamson & Sowell (١٩٨٣) أن مقاومة السلالة P.I. 322719 يتحكم فيها جين سائد يختلف عن الجين المسئول عن المقاومة فى السلالة P.I.163192 ، بينما كانت مقاومة السلالة P. I. 163189 أكثر تعقيداً ، وتختلف عن مقاومة السلالة الأولى، ولكنه قد توجد علاقة بينها وبين مقاومة السلالة الثانية .

ويذكر Hibberd وآخرون (١٩٨٨) أنه يتوفر - حالياً - ثلاثة مصادر مختلفة لمقاومة البكتيريا ، يوجد بكل منها جين مختلف للمقاومة تأخذ الرموز : Bs1 ، و Bs2 ، و Bs3 . ويعتبر الجين Bs2 أقوى من الجينين : Bs1 ، و Bs3 ، اللذين لا يكسبان النبات مقاومة ضد بعض سلالات البكتيريا التى تنتشر بصورة طبيعية فى الحقول التجارية . وتكتسب النباتات مقاومتها من خلال فرط الحساسية التى تسببها هذه الجينات . ويوجد الجين Bs1 فى السلالة P.I.163189 ، وهو يكسب النباتات الحاملة له مقاومة ضد سلالة البكتيريا رقم ٢ .

٣ - فيرس تبرقش الدخان :

وجد Holmes منذ عام ١٩٣٧ أن المقاومة لفيرس تبرقش الدخان فى الجنس Capsicum يتحكم فيها ثلاثة أليلات لجين واحد هى : L^+ ويؤدى وجوده إلى ظهور تبرقشات ، و Li ، وهو يجعل الإصابة محدودة localized ولكن بصور غير تامة ، و L وهو

يجعل الإصابة محدودة تماما فى بقع محلية . وتتدرج هذه الآليلات فى السيادة كمايلى : يسود L على L^i ، ويسود L^i على L^+ . وقد ظهرت سلالات جديدة من الفيرس تصيب الفلفل ، ولكنها لا تصيب الطماطم . كانت هذه السلالات قادرة على كسر مقاومة الجينين L^i ، و L ، وأطلق عليها اسم سلالات الفلفل . وقد وجدت المقاومة لهذه السلالات فى عدد من سلالات النوع C. chinense ، وقد درس Boukema وآخرون (١٩٨٠) وراثة المقاومة فى بعض منها (وهى P.I. 152225 ، و P.I. 159236 ، وP.I. 315008 ، و P.I. 315023 ، و P.I. 315024) ، ووجد أنها بسيطة وسائدة جزئية ، وبدا أن الجين الذى يتحكم فيها يوجد فى نفس الموقع الجينى السابق L^+ ، واقترحوا له الرمز L^3 .

وفى دراسة شملت ١٨٦٣ سلالة من أنواع مختلفة من الجنس Capsicum .. وجد Sowell (١٩٨٢) أن ٥٣ سلالة منها كانت مقاومة لفيرس تبرقش الدخان ؛ حيث لم تظهر بأوراقها المحقونة بالفيرس أية أعراض مرضية . كما أظهرت دراسة أجراها Pategas وآخرون (١٩٨٩) على ٢٠ صنفاً من الفلفل أن أكثر الأصناف مقاومة لفيرس " تبرقش الطماطم " كانت Anaheim TmR 23 ، و Rio Grande Gold .

٤ - فيرس Y البطاطس :

يصيب فيرس Y البطاطس (PVY) نبات الفلفل ، ويسبب خسائر فى المحصول . وتتوفر مقاومة هذا الفيرس فى سلالات من الفلفل ، منها : Perennial ، و S41 - 1 . وقد وجد Sharma وآخرون (١٩٨٩) أن المقاومة فى كل منهما يتحكم فيها جين واحد متنح .

٥ - نيماتودا تعقد الجنور :

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجنور فى الصنف Santaka والسلالة 405 B Mexico ، وكلاهما يتبع النوع C. annuum .

٦ - مصادر لمقاومة عديد من الأمراض :

وجد Peter وآخرون (١٩٨٤) مقاومة لعدة أمراض فى صنفين من أصناف الفلفل الحريف الهندية كما يلى :

أ - الصنف C - 1 (يتبع النوع C. annuum) : كان مقاوماً لأربع عزلات من البكتيريا Pseudomonas solacearum المسببة لمرض الذبول البكتيرى ، ومتوسط المقاومة لكل من : عفن الجذور الفيتوفثورى ، ونيماتودا تعقد الجذور .

ب - الصنف White Khandari (يتبع النوع C. frutescens) : كان مقاوما لثلاث عزلات من البكتيريا المسببة لمرض الذبول البكتيرى ، ولنيماتودا تعقد الجذور ، ومتوسط المقاومة لمرض عفن الجذور الفيتورفثورى .

تربية الباذنجان

يعد الباذنجان أحد محاصيل الخضر الرئيسية للعائلة الباذنجانية ، ويعرف فى الإنجليزية بعدة أسماء ؛ أهمها Eggplant ، واسمه العلمى Solanum melongena var. esculenta .

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد بأن الباذنجان قد نشأ فى المناطق الحارة فى كل من الهند والصين ؛ حيث ينمو فيهما برياً . والنباتات البرية مرة الطعم ، وكثيرة الأشواك . وقد اشتق اسمه العربى من اسمه الهندى ، وذكره ابن سينا سنة ٥٩٥ ميلادية ، وابن العوام ، وابن البيطار (عن سرور وآخرين ١٩٣٦) . ولمزيد من التفاصيل الخاصة بالموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩) ، و Choudhury (١٩٧٦) .

السيتولوجى والأنواع البرية

إن الباذنجان (S. melongena) نبات ثنائى فيه ٢ن = ٢س = ٢٤ ، وهو يتشابه فى هذا الشأن مع الأنواع : S. indicum ، و S. coagulans ، و S. xanthocarpum ، و S. maccanii . ويعتبر النوع S. indicum أقرب الأنواع البرية للباذنجان .

الهجن النوعية

ينجح التهجين النوعى S. indicum x S. melongena بسهولة ، وتتشابه نباتات الجيل الأول للتهجن النوعى مع النوع البرى ، وتكون عقيمة جزئياً . وقد أمكن مضاعفة كروموسومات الجيل الأول لهذا التهجين ، وبذا .. أنتج هجين متضاعف amphidiploid ، أطلق عليه اسم S. indicum - melongena . وقد كان هذا الهجين segemental allo-ploid وكامل الخصوبة (Rajasekaran ١٩٧٠) .

كذلك ينجح التهجين النوعى S. xanthocarpum x S. melongena ، إلا أن البذور الناتجة من هذا التهجين تكون عديمة الحيوية inviable (Choudhury ١٩٨٦) .

تداول النباتات لأغراض التربية

أولاً : الأزهار والتلقيح :

تحمل أزهار الباذنجان مقابلة للأوراق ، وتكون مفردة غالباً ، إلا أنها قد تتكون فى بعض الأصناف فى نورات سيمية بكل منها من ٢ - ٥ أزهار . كأس الزهرة كبيرة ولحمية ، تتكون من خمس سبلات ، ويتكون التويج من خمس بتلات قرمزية اللون ، تشكل دائرة يبلغ قطرها ٥سم . تلتحم المتوك فى أنبوبة متكية تحيط بقلم الزهرة ، وتنتثر منها حبوب اللقاح من فتحات طرفية ، ويبرز الميسم - عادة - أعلى مستوى المتوك . تتراوح نسبة التلقيح الخلطى عادة من ٦ - ٧ ٪ ، إلا أنها قد تتراوح من ١ -٤٧٪ ، ويتوقف ذلك على النشاط الحشرى . ويحدث التلقيح الخلطى فى الباذنجان ؛ بسبب بروز ميسم الزهرة من الأنبوبة المتكية .

ثانياً : الثمار والبذور :

ثمرة الباذنجان عنبة ، وتحمل مدلاة pendant تكبر كأس الزهرة أثناء نمو الثمرة ، وتحيط - كلية - بالجزء السفلى من قاعدة الثمرة ، وتتكون عليها بعض الأشواك . ولب الثمرة إسفنجى القوام ، أبيض اللون ، ويتكون - أساساً - من المشيمة التى توجد فيها البذور .

تتشابه بذور الباذنجان مع بذور الفلفل فى الشكل ، واللون ، والمظهر ، إلا أنها أصغر حجماً ، وأشد دكنة فى اللون (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

ثالثاً : طريقة إجراء التلقيحات :

تجرى التلقيحات فى الباذنجان بطريقة مماثلة لتلك التى سبق بيانها بالنسبة للطماطم .

رابعاً : إنتاج الهجن التجارية :

تظهر قوة الهجين - بوضوح - فى الباذنجان ، وتستخدم الهجن التجارية - بكثرة - فى الزراعة ، خاصة فى اليابان . وبرغم توفر سلالات عقيمة الذكر من الباذنجان .. إلا أن إنتاج الهجن يتم بواسطة التلقيح اليدوى بعد خصى أزهار الأمهات .

وقد استخدمت مبيدات الجاميطات gametocids فى إحداث العقم الذكرى فى الباذنجان ؛ فمثلاً .. تمكن Nasrallah & Hopp (١٩٦٣) من إحداث العقم الذكرى برش نباتات الباذنجان بمركب NA 2,3 - dichloroisobutyrate ؛ بتركيز ٢ر٠٪ قبل تفتح الأزهار بنحو ٢ -٣ أسابيع ؛ أى حينما كان طول البراعم الزهرية ٥ -٦ مم . ويبدو أن هذا التوقيت يتوافق مع المراحل المبكرة للانقسام الميوزى . وقد كان العقم الذكرى كاملاً بعد ٢ - ٣ رشات . كما تمكن Helal & Zaki (١٩٨١) من إحداث عقم ذكرى كامل لنباتات الباذنجان من الصنف الرومى - دون التأثير فى خصوبة البويضات - برش النباتات قبل أسبوع من تفتح أول زهرة بمحلول مائى من الـ 2,4 -D ؛ بتركيز ٢٠ جزءاً فى المليون ، أو الإيثفون بتركيز ٤٠٠ جزء فى المليون .

الارتباطات بين الصفات ، والتربية لمختلف الأغراض

وجد Baha - Eldin وآخرون (١٩٦٨) ارتباطات إيجابية بين كل من أزواج الصفات التالية : التبكير فى الإزهار مع صفة قصر النبات ، وزيادة حجم الثمار مع الثمار الكروية الشكل ، والمحصول المرتفع مع كل من الثمار الطويلة ، والعدد الكبير للثمار التى يحملها النبات .

وبالنسبة للتربية للقدرة على العقد فى الظروف البيئية القاسية .. فإن صفة القدرة على العقد البكرى تتوفر فى عدد من السلالات ؛ منها : B 88 - 7 ، و LF 3 - 24 ، و Grachietz no. 11 ، و LU7 (I.N.R.A - فرنسا) .

وتتوفر المقاومة لعدد من مسببات الأمراض فى بعض أصناف وسلالات الباذنجان ؛ نذكر منها مايلى :

١ – لفحة فوموبسس Phomopsis Blight :

تتوفر المقاومة فى الصنفين Florida Market ، و Florida Beauty .

٢ – العفن الحلقى Ring Rot :

تسبب البكتيريا Corynebacterium sepdonicum مرض العفن الحلقى فى الباذنجان ، وتتوفر المقاومة لها فى الصنف Porto Rican ، والسلالة المنتخبة E -12 .

٣ – الذبول البكتيرى Bacterial wilt :

تسبب البكتيريا Pseudomonas solanacearum مرض الذبول البكتيرى فى الباذنجان، وتتوفر المقاومة لها فى الصنفين Kopek من جافا ، و Matale من سيريلانكا ، ولكنهما لاينتجان ثماراً للتسويق . وقد اختبرت مجموعة المدخلات النباتية (P.I.s) للباذنجان فى الولايات المتحدة – وعددها ٥٢٤ سلالة – فى عام ١٩٨٥ ، ولم تظهر أية سلالة منيعة للبكتيريا ، إلا أن بعضها كان مقاوماً . ولقد أجرى Li وآخرون (١٩٨٨) ستة تلقيحات بين أكثر السلالات مقاومة ، واختبر نباتات الجيل الثانى لكل تلقيح بخليط من ثلاث عزلات من السلالة رقم ١ من البكتيريا ؛ وحصل بذلك على تقدم فى مستوى المقاومة من ثلاثة من التلقيحات الستة ، وهى :

P.I. 176761 x P.I. 169663

P.I. 176761 x P.I. 320505

P.I. 220120 x P.I. 173106

الفصل السابع

تربية القرعيات الرئيسية : البطيخ ، والقاوون ، والخيار ، والقرع

نتناول بالدراسة فى هذا الفصل أربعاً من محاصيل الخضر الرئيسية التى تتبع العائلة القرعية Cucurbitaceae وهى : البطيخ ، والقاوون ، والخيار ، والقرع ، علماً بأن الشمام يذكر مع القاوون ، والكوسة تذكر ضمن مختلف أنواع القرع . وقد ضمت هذه المحاصيل فى فصل واحد تجنباً للتكرار ؛ نظراً لأنها تتشابه فى كثير من أوجه التربية .

تربية البطيخ

يعتبر البطيخ من أهم محاصيل العائلة القرعية ، ويعرف - علمياً - باسم Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum & Nakai واسمه بالإنجليزية watermelon . والبطيخ هو الخريز فى العربية ، ويعرف باسم حبحب فى السعودية ، ودُلاَّع فى المغرب ، ورقى فى العراق ، وجحّ فى الإمارات ، وزبس فى حلب .

الموطن وتاريخ الزراعة

لا ينمو البطيخ - برياً - إلا فى المناطق الرملية الجافة من جنوب أفريقيا ؛ خاصة فى صحراء كلاهارى Kalahari التى ينمو فيها طرازان من البطيخ يوجد بأحدهما مادة الكيوكربتسين Cucurbitacin المرة ، بينما تخلو ثمار الطراز الآخر منها ، ويعتبر الطرازان مصدراً للغذاء والماء لمستوطنى المنطقة (Whitaker 8c Bemis ١٩٧٦) .

وقد وجد البطيخ مرسوماً على بعض الآثار المصرية القديمة ، وعرفه بنو إسرائيل ، وأطلقوا عليه أباتيكوم التى اشتق منها لفظة البطيخ ، كما يقال أن أن كلمة البطيخ مشتقة من لفظة بتوك القبطية ، وهذه الكلمة مشتقة من اللفظة المصرية القديمة بتوكا . وقد اشتق الاسم الفرنسى باستيك من كلمة بطيخ . وقد نقله الأوروبيون إلى أمريكا (عن سرور وآخرين ١٩٣٦) .

الانواع البرية والسيتولوجى

يعتبر الحنظل البرى Citron أهم الأنواع البرية القريبة من البطيخ ، وهما يُلقحان معاً بسهولة تامة . ويعرف الحنظل بالاسم العلمى C. colocynthis . ويوجد نوعان بريان آخران للجنس ؛ هما : C. naudinianus ، و C. ecirrhosus ، وكلاهما ذو ثمار مرة الطعم مثل الحنظل .

تتساوى جميع أنواع الجنس Citrullus فى عدد الكروموسومات ؛ ففيها٢ن=٢س= ٢٢ .

ويعتقد أن أصل البطيخ المزروع يرجع إلى طراز مر الثمار من C. lanatus (عن Mohr ١٩٨٦) .

أساسيات التداول لأغراض التربية

أولاً : الأزهار والتلقيح

توجد بنباتات البطيخ من صنفى جيزة ١ ، وشليان بلاك أزهار مذكرة ، وأزهار خنثى على نفس النبات ؛ أى إنها andromonoecious ، بينما يوجد بنباتات معظم الأصناف الأمريكية أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة على نفس النبات ؛ أى إنها وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious . وتختلف نسبة الأزهار المذكرة إلى الأزهار المؤنثة أو الخنثى من صنف لآخر ، ولكنها تكون – غالباً – فى حدود ٧ : ١ .

تحمل الأزهار فردية فى آباط الأوراق ، والزهرة صغيرة نسبياً . وتتكون الكأس من خمس سبلات ، والتويج من خمس تبلات ، لونها أصفر شاحب ضارب إلى الخضرة ، والأسدية قصيرة ، والمبيض سفلى ، يحتوى على ثلاثة مساكن ، والقلم قصير ، ويتكون

الميسم من ثلاثة فصوص .

تتفتح أزهار البطيخ بعد شروق الشمس بنحو ساعتين ، وتظل المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح طوال اليوم . يزور النحل أزهار البطيخ أثناء تفتح الأزهار ؛ بغرض امتصاص الرحيق ، وجمع حبوب اللقاح ، ويتم التلقيح - أساساً - بواسطة النحل ، وهو تلقيح خلطى بطبيعته . ونادراً مايحدث تلقيح ذاتى فى الأزهار الخنثى ؛ وذلك لأن حبوب اللقاح لزجة ، ولا تنتقل إلى المياسم إلا بمساعدة الحشرات الملقحة .

ويجب أن يصل إلى فصوص الميسم نحو ١٠٠٠ حبة لقاح على الأقل ، حتى يكون العقد جيداً ، ولاتكون الثمار مشوهة . ويمكن تحقيق ذلك بتوفير خلية نحل لكل فدان (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤ ، McGregor ١٩٧٦) .

ثانياً : الثمار والبذور

تختلف أصناف البطيخ في شكل ثمارها ولونها الخارجي والداخلى . الثمرة عبارة عن عنبة ذات قشرة صلبة (Pepo) ، ويتكون معظم لب الثمرة من نسيج المشيمة . تحتوى الثمرة على نحو ٢٠٠ - ٢٥٠ بذرة ، والبذور مبططة ، وناعمة ، يختلف لونها حسب الصنف .

ثالثاً : طريقة إجراء التلقيح الذاتى

عندما يرغب فى تلقيح نبات ما ذاتياً .. تنتخب - أولاً - الأزهار المؤنثة التى يراد تلقيحها قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة ؛ أى فى اليوم السابق لتفتحها . تغطى كل منها بكبسولة جيلاتينية (لا يوصى باستخدامها فى الجو الحار ، لكى لا تتسبب فى رفع حرارة الزهرة إلى درجة غير مرغوبة) ، أو بكيس ورقى صغير ، وقد يربط التويج بخيط ، أو تغلق الزهرة بـ " كلبس " سلكى (clip) ، مع مراعاة إدخال التويج كله داخل " الكلبس " ، وعدم الإضرار بمتاع أو طلع الزهرة .

تثبت علامات خشبية فى الأرض - مجاورة للأزهار المؤنثة المنتخبة - بحيث تكون ظاهرة أعلى النمو النباتى ؛ لتسهل ملاحظاتها فى اليوم التالى .

يلى ذلك المرور على نفس السيقان التى وجدت بها الأزهار المؤنثة المنتخبة ؛ للبحث عن أزهار مذكرة تكون فى نفس العمر ؛ أى يتوقع تفتحها فى اليوم التالى أيضاً . ويلزم التأكد من أن الزهرة المذكرة المنتخبة توجد على نفس النبات ، وليست على نبات آخر بنفس الجورة أو جورة مجاورة ، كما يجب أن تكون الزهرة المذكرة قريبة من الزهرة المؤنثة - قدر الإمكان - ليسهل العثور عليها . تغلق الأزهار المذكرة المنتخبة بنفس الطريقة التى استخدمت فى غلق الأزهار المؤنثة .

عند إجراء التلقيح الذاتى - فى صباح اليوم التالى - تقطع الزهرة المذكرة التى يراد استعمالها فى التلقيح ، ويزال الغطاء من عليها ، وتنزع سبلاتها وبتلاتها لإظهار جوانب المتوك ؛ حيث توجد حبوب اللقاح (لا توجد حبوب اللقاح فى قمة المتوك ، وإنما توجد فى جوانبها) . يزال - فى الوقت نفسه - الغطاء من على الأزهار المؤنثة المنتخبة ، ثم تمرر متوك الزهرة المذكرة فوق ميسم الزهرة المؤنثة إلى أن يغطى تماماً بحبوب اللقاح . ويلى ذلك وضع علامة ورقية tag على عنق الزهرة المؤنثة الملقحة ذاتياً ، تكتب عليه البيانات الضرورية لتمييزها عن غيرها . ويراعى ألا يزيد عدد التلقيحات بكل نبات على ٢ -٣ تلقيحات ؛ لكى تعقد الثمار ، وتستكمل نموها بشكل جيد .

تغطى جميع الأزهار المؤنثة الملقحة ذاتياً بمجرد الانتهاء من عملية التلقيح ؛ بنفس الطريقة التى استعلمت فى إغلاق الزهرية فى اليوم السابق . ويراعى - فى حالة استعمال الكبسولات الجيلاتينية - عدم دفعها كثيراً نحو المبيض ؛ لكى لا تحد من نموه . يزال الغطاء بعد ٥ -٧ أيام من التلقيح ، وتوضع علامة بالأرض بالقرب من الثمرة .

يراعى دائماً غمس الملقط أو أى جزء من الأصابع - يتعريض لحبوب اللقاح - فى الكحول قبل كل تلقيح يختلف عن سابقه .

وبالنسبة للأصناف التى تحمل أزهاراً خنثى على نفس النبات (andromonoecious) .. فإنها قد تعامل بنفس الطريقة السابقة ، أو يكتفى بإغلاق البراعم الزهرية للأزهار الخنثى ، ثم استخدام طلعها - فى اليوم التالى - فى تلقيحها ذاتياً . ويراعى إمرار متوك الزهرة على ميسمها بنفس الطريقة السابقة ؛ لأن حبوب اللقاح لزجة ، ولا تنتقل - بمفردها - من متوك الزهرة إلى ميسمها إذا تركت الزهرة مغلقة .

هذا .. ويعد أنسب وقت لإجراء التلقيحات – سواء أكانت ذاتية أم خلطية . هو قبل الظهر . ونادراً ماتجرى التلقيحات بعد الظهر ، إلا إذا كان الجو بارداً بصورة غير طبيعية . والعادة هى أن تبدأ التلقيحات فى الثامنة صباحاً وإذا كان الليل السابق بارداً .. فإن حبوب اللقاح قد يتأخر انتشارها بعض الوقت ، ويلزم – فى هذه الحالة – البدء فى إجراء التلقيحات فى الكوسة ، ثم البطيخ ، فالخيار ، فالقاوون . ويعزى السبب فى هذا الترتيب إلى أن القرعيات تقسم إلى ثلاث مجموعات – حسب درجة الحرارة التى تناسب انتشار حبوب لقاحها – (عن Whitaker &Davis ١٩٦٢) كمايلى :

المحاصيل	أقل درجة ممكنة لانتشار حبوب اللقاح (°م)	الدرجة المثلى لانتشار حبوب اللقاح (°م)
الكوسة والقرع العسلى	٩ – ١٠	١٠ – ١٣
البطيخ والخيار والجركن	١٤ – ١٥	١٨ – ٢١
القاوون	١٨	٢٠ – ٢١

رابعاً : طريقة إجراء التهجينات

لا تختلف طريقة إجراء التهجينات – كثيراً – عن طريقة إجراء التلقيح الذاتى ؛ ففى الأصناف الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن .. تنتخب الأزهار المذكرة والمؤنثة من نباتات الآباء والأمهات – على التوالى – قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة ، وتغلق ، ويجرى التلقيح فى صباح اليوم التالى ، ويعاد إغلاق الأزهار المؤنثة الملقحة كما سبق بيانه بالنسبة للتلقيح الذاتى .

أما فى الأصناف التى تحمل نباتاتها أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى .. فإنه يلزم خصى الأزهار الخنثى لنباتات الأمهات قبل إغلاقها ، ويكون ذلك قبل تفتح المتوك وانتشار حبوب اللقاح منها . ويعد أفضل وقت لإجراء عملية الخصى هو صباح اليوم السابق لتفتح الزهرة ؛ أى قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة . وتجرى عملية الخصى بفصل المتوك عن الزهرة بالملقط ، ثم يتخلص منها بحك الملقط على إحدى أوراق النبات ، بدلاً من استخدام الأصابع فى هذه العملية ؛ حتى لا يضطر القائم بها إلى تعقيم يديه بعد كل تلقيح (Whitaker & Jagger ١٩٣٧) .

خامساً : تأثير التربية الداخلية

أوضح عديد من الباحثين أن التربية الداخلية للقرعيات لا يتبعها - بالضرورة - نقص فى قوة نموها . وفى المقابل .. فإن تهجين السلالات المرباة داخلياً معاً لا يتبعه - بالضرورة - أية زيادة فى قوة النمو . وينطبق ذلك على جميع القرعيات .

وبالرغم من ذلك .. فإن الأصناف الهجين أصبحت شائعة فى جميع القرعيات ؛ لأنها تحقق عدة مزايا ؛ منها : التجانس ، وجمع الصفات السائدة المرغوبة معاً ، فضلاً على أنها تحقق مرونة كبيرة فى برنامج التربية ، وتحفظ للمربى حقوقه فى إنتاج البذور .. أضف إلى ذلك أن هجن القرعيات يتوفر لها جانب اقتصادى وعملى هام ، وهو أن كل تهجين ينتج عنه عدة مئات من البذور ، بينما تزرع القرعيات على مسافة واسعة ؛ فلا تلزم لها كميات كبيرة من التقاوى .

سادساً : ظاهرة العقم الذكرى واستخدامها فى إنتاج الهجن

تتوفر عدة جينات للعقم الذكرى فى البطيخ ، وبالرغم من ذلك .. فإن جميع هجن البطيخ تنتج - حالياً - بطريقة التلقيح اليدوى .

ومن أمثلة جينات العقم الذكرى المعروفة مايلى :

١ - جين متنح للعقم الذكرى يجعل أوراق النبات ملساء glabrous male sterile ، ويعطى الرمز (gms) . ويعتبر هذا الجين معلما لصفة العقم الذكرى (عن Duvick ١٩٦٦).

٢ - جين متنح آخر يتوفر فى السلالة الصينية G17AB ، يعطى الرمز (ms) ، وليس له أية تأثيرات مورفولوجية أخرى على النبات ، باستثناء أن الأزهار المذكرة للنباتات العقيمة الذكر تكون صغيرة جداً (Zhang & Wang ١٩٩٠) .

وقد أوضحت دراسة وراثية (Murdock وآخرون ١٩٩٠) أن هذا الجين ليس آليلياً للجين gms .

سابعاً : إحداث التضاعف والفحص المجهرى للكروموسومات

يلجأ المربى إلى مضاعفة كروموسومات البطيخ عند إنتاج البطيخ اللابذرى (يراجع لذلك الموضوع التالى) . وتعرف عدة طرق لإحداث التضاعف الكروموسومى فى البطيخ ؛ فمثلاً . تمكن Green & Stevenson (١٩٦٢) من تحقيق ذلك بإضافة عدة نقاط من محلول كولشيسين بتركيز ٠٫٢٪ إلى القمم النامية للنباتات يومياً . تبدأ المعاملة عندما تكون النباتات فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الثالثة إلى الرابعة ، وتستمر لمدة ٤ – ٥ أيام .

كذلك ضاعف Tyurinaz (١٩٧٠) كروموسومات البطيخ بنقع البذور فى محلول كولشيسين بتركيز ٠٫٢ – ٠٫٥٪ لمدة ٢٤ ساعة ، وقد أعطت هذه المعاملة من النباتات المتضاعفة نسبة أعلى من الطريقة السابقة .

وتؤدى مضاعفة كروموسومات البطيخ إلى إحداث التأثيرات التالية :

١ – يزداد حجم الزهرة والأجزاء الزهرية المختلفة بزيادة مستوى التضاعف من الحالة الثنائية (٢س) إلى الثلاثية (٣س) ، فالرباعية (٤س) .

٢ – تصبح الثمار أكثر ميلاً إلى الاستدارة ، مع الزيادة التدريجية فى مستوى التضاعف ؛ فإذا كانت ثمار النباتات الثنائية التضاعف بيضاوية الشكل .. فإنها تصبح كروية فى النباتات الرباعية التضاعف ، بينما تكون ثمار النباتات الثلاثية التضاعف وسطاً بينهما (Green & Stevenson ١٩٦٢) .

تتطلب دراسات مضاعفة الكروموسومات الفحص المجهرى لهذه الكروموسومات ؛ للتأكد من عددها والتعرف على مستوى التضاعف بها ؛ الأمر الذى يتطلب إعداد تحضيرات مجهرية خاصة لهذا الغرض .

وللتعرف على التفاصيل العملية لإعداد هذه التحضيرات .. يمكن الرجوع إلى Skorupska & Allgood (١٩٩٠) اللذين قدما طريقة مبسطة لذلك ، تعتمد على فحص الكروموسومات – أثناء الطور الاستوائى للانقسام الميتوزى – فى القمم النامية لجذور بادرات البطيخ التى عمرها ٣ – ٤ أيام ، مع معاملتها بمركب بارادای كلوربنزين Para-dichlorobenzene – الذى يعمل على فرد الكروموسومات – والصبغ بصبغة الفيلولجين

Feulgen's stain ، ثم بصبغة الأسيتوكارمن aceto - carmine stain . وتظهر الكروموسومات فى هذا التحضير بلون أرجوانى قاتم فى خلفية من السيتوبلازم الرائق .

ثامناً : إنتاج البطيخ اللابذرى

ينتج البطيخ اللابذرى - وهو بطيخ ثلاثى التضاعف - بتهجين بطيخ رباعى التضاعف كأم ، مع بطيخ ثنائى التضاعف كأب . وأفضل الهجن الثلاثية هى التى تنتج من تهجين نباتات لا تربطها صلة قرابة ، علماً بأنه لايمكن التكهن بحالة الهجين الثلاثى من مظهر آبائه الثنائية والرباعية ، ولابديل عن التجربة والخطأ إلى أن يمكن العثور على هجن ثلاثى (لابذرى) مقبول تجارياً . تكون الهجن الثلاثية عقيمة ؛ بسبب عدم انتظام الانقسام الاختزالى بها ، وتحتاج عند زراعتها إلى ملقحات ؛ لكى تعمل حبوب اللقاح على تحفيز النمو البكرى لمبايض أزهار الأم الثلاثية . وقد كان H. Kihara أول من أنتج بطيخاً لابذرياً بهذه الطريقة ، وذلك فى عام ١٩٥١ .

وجدير بالذكر أن التلقيح العكسى - أى عند استعمال السلالة الرباعية التضاعف كأب - يؤدى إلى إنتاج بذور خالية من الأجنة .

تظهر بكثير من الهجن اللابذرية الثلاثية عيوب تجارية هامة - بثمارها - مثل : التجوف، والقشرة السميكة ، وعدم انتظام الشكل ، وتكون بذور فارغة ذات غلاف بذرى سميك . وتؤثر الآباء المستخدمة فى إنتاج الهجن الثلاثية تأثيراً كبيراً على هذه الخصائص . كما أن بعض الآباء يظهر بها طعم غير مرغوب فيه عندما تكون فى الحالة الرباعية ، وينتقل هذا الطعم إلى الهجن الثلاثية ، بينما لايظهر هذا الطعم - أبداً - وهى فى الصورة الثنائية التضاعف. ويصعب - أحياناً - إنبات البذور الثلاثية ، إلا إذا أزيل جزء من قصرة البذرة ، وينصح بأن يكون إنبات البذور على درجة ٣٠°م .

ويعيب الهجن الثلاثية اللابذرية ارتفاع أسعار بذورها إلى درجة تبلغ ٢٠ مثل الأصناف الثنائية البذرية . ويرجع ذلك إلى قلة أعداد البذور فى ثمار السلالات الرباعية ، وقلة كميات البذور الثلاثية التى يحصل عليها من التهجين بين السلالات الثنائية والرباعية . ولهذه الأسباب مجتمعة .. فإن إنتاج البطيخ اللابذرى يعد أمراً مكلفاً ؛ لذا .. فإنه لم يلق اهتماماً

كبيراً من قبل المزارعين .

وقد تمكن Sakaguchi & Nishjumura (١٩٦٩) من إنتاج البطيخ اللابذرى بطريقة أخرى استعملا فيها الانتقالات الكروموسومية فى خفض نسبة حبوب اللقاح الخصبة ؛ فقد أحدثا انتقالات كروموسومية فى صنف البطيخ Asahi - yamats باستخدام الأشعة السينية ، ثم أجريا تلقيحات بين النباتات الخليطة فى الانتقالات ؛ مما أدى إلى خفض نسبة حبوب اللقاح الخصبة فى النباتات الناتجة إلى ١ ر٣ ٪ . ومن ثم خفض عدد البنورإلى ٩ر١٩ بذرة بالثمرة . ويذكر الباحثان أن هذه النباتات كانت مشابهة للصنف الأصلى فى كل الصفات المورفولوجية والبستانية إلا فيما يختص بالعقم ، وأوضحا أنه لا يوجد ما يمنع من استخدام هذه الطريقة فى إنتاج أصناف تجارية لابذرية من البطيخ .

وراثة الصفات البستانية والتربية لتحسين المحصول وصفات الجودة

أولا : صفات النبات

١ - طبيعة النمو :

اكتشفت طفرة من البطيخ كانت ذات سلاميات قصيرة ونمو متقزم يتراوح من ٤٥ - ١٨٠ سم ، وتبين أنها صفة وراثية بسيطة متنحية ، وأعطى الجين الذى يتحكم فيها الرمز dw - 1 . كما اكتشفت طفرة أخرى متقزمة مماثلة بسيطة متنحية فى وقت لاحق ، ولكنها تميزت بكثرة التفرعات من قاعدة النبات . وبتلقيح نباتات الطفرتين معاً .. كانت نباتات الجيل الأول عادية ؛ مما يدل على أن الجينين المسئولين عن الطفرتين غير أليلين ، وانعزلت نباتات الجيل الثانى بنسبة ٩ : ٣ : ٣ : ١ ؛ حيث كانت سلاميات النباتات المتنحية الأصيلة فى الطفرتين (dw-1 dw-1 dw-2 dw-2) أقصر من سلاميات أى من الطفرتين، وكانت نباتات هذه الفئة متأخرة فى النضج عنهما كذلك . وقد اقترح استخدام نباتات كهذه فى حدائق الخضر المنزلية ، وفى الزراعات الكثيفة لغرض الحصاد الآلى (Mohr & Sandhu ١٩٧٥) ، كما أدخل الجينان معاً فى صنف جديد هو Kengarden .

ويمكن انتخاب أى من الطفرتين بسهولة فى طور البادرة ؛ لأن طول السويقة الجنينية السفلى لنباتاتها يكون - تقريباً - نصف طول السويقة الجنينية السفلى للنباتات العادية .

وبينما يلزم شتل بادرات النباتات الطبيعية فى خلال أيام قليلة من الإنبات ، فإن بادرات النباتات الأصيلة فى الطفرتين يمكن شتلها بعد عدة أسابيع من زراعتها (Mohr ١٩٨٦) .

٢ - شكل الورقة :

توجد طفرة من البطيخ ذات أوراق غير مفصصة ، وهى صفة بسيطة يتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز nl ؛ لأن صفة الورقة المفصصة سائدة جزئياً على صفة الورقة غير المفصصة . يعتبر هذا الجين جيناً معلماً جيداً ؛ لأن الصفة تظهر ابتداء من الورقة الحقيقية الثالثة بالبادرة . أما الورقتان الحقيقيتان الأولى والثانية .. فإنهما تكونان - غالبا - غير مفصصتين أيا كان التركيب الوراثى للنبات .

٣ - لون الأوراق الفلقية :

توجد طفرة ذات أوراق فلقية صفراء اللون ، تبقى كذلك إلى أن يكتمل نموها ، وهى صفة بسيطة متنحية ، وتعد من الجينات المعلمة (عن Abdel - Hafez ١٩٦٩) .

٤ - حالة الجنس والنسبة الجنسية :

يعتبر كون النبات وحيد الجنس وحيد المسكن صفة بسيطة سائدة على كونه يحمل أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى ؛ أى إن صفة حالة الجنس monoecious سائدة على الحالة الـandromonoecious ، ويعطى الجين الذى يتحكم فى الحالة الأخيرة الرمز a (عن Whitaker & Davis ١٩٦٢) .

وتختلف حالة الجنس عن النسبة الجنسية (نسبة الأزهار المذكرة إلى الأزهار المؤنثة أو الخنثى) التى تختلف باختلاف الصنف . وبينما تكون النسبة ٧ : ١ أو أكبر من ذلك فى معظم الأصناف .. فإنها تضيق إلى ٣ : ١ فى بعض السلالات ؛ الأمر الذى يفيد عند تربية أصناف تناسب الحصاد الآلى .

٥ - اصفرار الأوراق المسنة :

يوجد جين متنح واحد ذو تأثير متعدد ؛ حيث يجعل الأوراق المسنة صفراء اللون ، ويؤدى إلى ظهور اصفرار فى اللون الخارجى للثمار المكتملة النضج ، ويضعف من نمو النباتات .

ويأخذ الجين الرمز go ؛ نسبة إلى اللون الذهبى golden المميزة لهذه الطفرة .

ثانياً : صفات الثمار

١ - اللون الخارجي للثمار :

يوجد جين واحد يتحكم فى مدى دكنة اللون الأخضر للثمار ، علما بأن اللون الأخضر القاتم سائد على اللون الأخضر الفاتح (الذى يسمى رمادياً gray) ، ولكن الصفة تتأثر كذلك ببعض الجينات المحورة . ويعطى هذا الجين الرمز g ؛ نسبة إلى الصفة المتنحية green skin .

ويتحكم فى ظهور خطوط عريضة خضراء قاتمة اللون - على الثمار - جين واحد متنح . وربما كان هذا الجين أليليا للجين g ؛ لذا .. فقد أعطى الرمز g^s .. علما بأن بعض الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن تفيد بأن صفة الخطوط الخضراء القاتمة بالثمار سائدة . كما ذكر وجود جين آخر يؤدى إلى ظهور خطوط طولية خضراء بالثمرة ، مقابل ظهور خطوط طولية بيضاء عند غيابه . هذا .. بينما يتحكم فى صفة الخطوط الطولية الرفيعة الخضراء جين آخر متنح ليس أليلياً للجين g^s ، وقد أعطى الرمز p لوصف الخطوط الطولية التى تشبه خطوط القلم peencilled lines .

أما التبرقشات البيضاء المختصرة التى تظهر على قشرة ثمار البطيخ .. فيتحكم فيها جين واحد متنح ، يأخذ الرمز m نسبة إلى حالة التبرقش mottling (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

كما ذكر أن صفة الثمار الصفراء اللون سائدة سيادة تامة على صفة الثمار ذات اللون الأخضر الفاتح ، أو الأخضر المخطط (عن Abdel - Hafez ١٩٦٩) .

هذا .. ولا يعتبر اللون الخارجي للثمار من الصفات التى يوليها المربى أهمية كبيرة إلا إذا كان المستهلك يرغب فى لون معين تعود عليه وارتبط فى ذهنه بالجودة العالية . وعملياً .. فإن الثمار ذات اللون الأخضر القاتم تكون أكثر عرضة للإصابة بلفحة الشمس من الثمار الأفتح لوناً .

٢ - اللون الداخلى للثمار :

يعد اللون الأحمر لثمار البطيخ صفة بسيطة سائدة على اللون الأصفر ، ويأخذ الجين الذى يتحكم فى اللون الأصفر الرمز y . كما وجد جين آخر يفرق بين اللونين الأصفر والوردى ، أعطى الرمز C ؛ نسبة إلى اللون الأصفر الكنارى canary yellow الذى يسود على اللون الوردى . كما وجد لدى تلقيح نباتات ذات ثمار حمراء بأخرى ذات ثمار بيضاء اللون - داخلياً - انعزال الجيل الثانى بنسبة ١٢ أبيض : ٣ أصفر : ١ أحمر ؛ الأمر الذى يعنى وجود جين يتحكم فى اللون الأبيض (أعطى الرمز wf) يتفوق على جين آخر يتحكم فى اللون الأصفر Y ؛ وبذا .. يظهر اللون الأبيض عندما يكون التركيب الوراثى - - Wf Wf ، والأصفر عندما يكون التركيب الوراثى -wf wf Y ، والأحمر عندما يكون التركيب الوراثى wf wf yy (عن Hendersom ١٩٨٩) .

كذلك وجد Abdel - Hafez وآخرون (١٩٨٠) لدى تلقيح الصنف Congo ذى الثمار الحمراء بالصنف Kaho ذى الثمار البرتقالية داخليا أن ثمار نباتات الجيل الأول كانت برتقالية اللون ، بينما انعزلت نباتات الجيل الثانى إلى الألوان : البرتقالى ، والأبيض الضارب إلى الصفرة ، والأحمر بنسبة ٩ : ٣ : ٤ على التوالى ؛ الأمر الذى يعنى أن تلك حالة تفوق يتحكم فيها جينان ، ويلزم وجود آليل سائد واحد على الأقل من كل منهما لظهور اللون البرتقالى ، بينما يعتبر وجود جين معين منهما - بحالة متنحية أصيلة - ضرورياً لظهور اللون الأحمر . أما اللون الأبيض .. فلا يظهر إلا عند وجود هذا الجين بحالة سائدة (أصيلة أو خليطة) مع وجود الجين الآخر بحالة متنحية أصيلة . وقد أعطى Henderson (١٩٨٩) الرمز y^o للآليل الذى يتحكم فى اللون ألبرتقالى الذى يعد متنحياً بالنسبة لأليل اللون الأحمر Y ، وسائداً على آليل اللون الأصفر y .أما اللون الأحمر القاتم الذى يظهر فى ثمار الصنف القديم Peacock - والذى نقل إلى أصناف أخرى حديثة - فلا تعرف وراثته إلى الآن .

وبالإضافة إلى ماتقدم .. فإن اللون الداخلى لثمار البطيخ سائد على اللون الداخلى الأبيض لثمار النوع C. colocynthis ، ويتحكم فى هذا التباين فى الصفة زوجان من العوامل الوراثية (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

٣ – شكل وملمس وحجم الثمرة :

يذكر أن نسبة طول ثمرة البطيخ إلى عرضها يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة. وقد أخذ الجين الذى يتحكم فى الشكل المطاول elongate الرمز O ، ولكن يبدو أن هذا الجين ذو سيادة غير تامة ؛ إذ إن الجيل الثانى ينعزل بنسبة ١ كروى : ٢ متوسط : ١ مطاول . كما يعتقد – أيضاً – بوجود جينات محورة ؛ لأن بعض الثمار المستطيلة تكون أسطوانية الشكل ، ولبعضها نهايات مستدقة ، فضلاً على أن بعض الثمار الكروية تبدو مضلعة الشكل blocky . وبينما تكون بعض الثمار الطويلة أرفع قليلاً من جهة العنق – وهى الحالة التى تعرف باسم gourd - neck fruit – فإن بعض الثمار الكروية . قد يظهر بقلبها تجويف واضح – وهى الحالة التى تعرف باسم hollow heart – وهما صفتان غير مرغوبتين . ومن الجدير بالذكر أنه يمكن الانتخاب لشكل الثمرة فى طور البادرة ؛ إذ إن الأوراق الفلقية الطويلة ترتبط بصفة الثمار المطاولة ، بينما ترتبط الأوراق الفلقية الدائرية بالثمار الكروية .

هذا .. ويتحكم فى صفة وجود انخفاضات طولية سطحية بثمرة البطيخ جين واحد متنح، بينما تسود صفة الثمار الملساء . ويعتبر حجم الثمرة صفة كمية يتحكم فيه حوالى ٢٥ زوجاً من الجينات ، ويتوقف الحجم المناسب على ذوق المستهلك .

٤ – صلابة قشرة الثمرة :

إن قشرة الثمرة هى الغلاف الثمرى الخارجى exocarp ، وقد ذكر أن صفة القشرة الصلبة سائدة على القشرة السهلة الكسر التى تتفلق بسرعة عند قطعها . وقد أعطيت هذه الصفة الرمز e ؛ نسبة إلى حالة التفلق الانفجارى explosive bursting. هذا .. بينما أوضحت دراسة أخرى أن صلابة القشرة يتحكم فيها أكثر من جين . وتتوفر أكبر درجة لصلابة قشرة الثمرة فى الصنف Peacock ، وأقل درجة فى الصنف Calhoum Sweet ، ولكن معظم الأصناف تقع بينهما . ومن الضرورى – عند التربية – انتخاب الثمار ذات القشرة المرنة نوعاً ما ، حتى لا " تنفجر " لدى تعرضها لأى ضغط عليها . ويمكن الانتخاب لهذه الصفة بقطع شريط من قشرة الثمرة بسمك ٥ر١ – ٠ر٣مم

وبطول ٥ر٧سم ، ثم محاولة ثنيها على شكل دائرة . فإذا تشكلت منها دائرة كانت القشرة صلبة جدا ، إما إذا كسرت أثناء محاولة عمل الدائرة منها .. فإن القشرة تكون سهلة التفلق.

٥ – الطعم والنكهة :

لايوجد تحديد واضح للطعم أو النكهة المميزة للبطيخ ، ولكن البعض يتحدث عن طعم غير مقبول ، أطلقوا عليه اسم Caramel ، يظهر بوضوح فى السلالات الشديدة الاحمرار ، ويمكن التخلص منه بالانتخاب . ولكن الآراء تختلف – على أية حال – بشأن عدم قبول هذا الطعم .

وتتحدد حلاوة الثمار بمحتواها من السكر الذى تتراوح نسبته من ٩ ٪ فى الأصناف القديمة إلى أكثر من ١٢٪ فى بعض الأصناف الحديثة .

٦ – مرارة الثمار :

من المعروف أن ثمار النوع البرى C. colocynthis مرة الطعم ،وهذه الصفة بسيطة وسائدة على الطعم غير المر لثمار البطيخ المزروع C. lanatus . وقد وجد Chambliss وآخرون (١٩٦٨) طفرة مرة الطعم فى صنف البطيخ Hawkesbury ، وتبين بالدراسة الوراثية أنه يتحكم فى هذه الطفرة جين واحد سائد أعطى الرمز Bi ؛ نسبة إلى المرارة bitterness ، ولكن إحداث هذا الجين لتأثيره يتوقف على وجود جين آخر سائد أعطى الرمز Su ؛ لأن وجود هذا الجين بحالة متنحية أصيلة (su su) يمنع suppresses إحداث الجين Bi لتأثيره؛ وذلك يعنى أن التركيب الوراثى للنباتات ذات الثمار المرة الطعم يجب أن يكون – Su - Bi .

وقد اقترح الباحثون وجود الجين المحور Mo^{Bi} modifer لتفسير الاختلافات الكمية فى محتوى الثمار من مركب إلا تيرنيد elaterinide المسئول عن المرارة . وفى هذه الدراسة .. لم يتوصل الباحثون إلى أية علاقة بين مرارة الثمار ومرارة الأوراق ؛ حيث كانت الأوراق مرة الطعم ، سواء أكانت الثمار مرة أم غير مرة . هذا .. إلا أن Robinsom وآخرين (١٩٧٦) يعتقدون أن صفة المرارة فى البطيخ لايتحكم فيها سوى جين واحد فقط أعطى الرمز su ، وهو يلغى المرارة (supperessor of bitterness) ؛ وبذا .. يكون التركيب الوراثى للبطيخ الحلو العادى su su ، والطفرات المرة -Su .

ويذكر Herrington وآخرون (١٩٨٦) أن طرزاً مرة وأخرى حلوة من البطيخ (C. lanatus) تنمو برياً فى المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية من أستراليا وتعرف باسم Pimelon . كما ظهرت طفرة مرة بسيطة وسائدة فى أحد الأصناف التجارية من البطيخ ، إلا أن تركيز مركب كيوكاربتسين إي Cucurbitacin E بها – المسئول عن الطعم المر – تأثر بجين أو جينات أخرى محورة . وقد وجد أن تركيز مركب كيوكاربتسين كان كمايلى : ٢٤٠ – ٥٩٠ مجم / كجم من ثمار سلالة الـ Pimelon البرية رقم 242 ، و ١٥٠٠ – ٢١٠٠ مجم / كجم من ثمار الطفرة المرة للصنف Hawkesbury ، و ٩١٠ – ١٢٤٠ مجم / كجم من ثمار الجيل الأول بينهما . أما الثمار غير المرة .. فقد كان تركيز الكيوكاربتسين فيها صفراً .

ثالثاً : صفات البذور

١ – عدد البذور بالثمرة :

إن عدد البذور فى الثمرة صفة وراثية ، ويمكن تخفيض العدد بالانتخاب ، إلا أن الشركات المنتخبة للبذور لا تقبل على إكثار الأصناف التى تحتوى ثمارها على عدد منخفض من البذور لانخفاض محصولها من البذور .

٢ – حجم البذرة :

تعتبر صفة البذور المتوسطة الطول سائدة على كل من البذور القصيرة والبذور الطويلة ، ويتحكم فى هاتين العلاقتين جينان مختلفان أعطيا الرمزين s للبذور القصيرة (short) ، و l للبذور الطويلة (long) . ويتفوق الجين s على الجين l ؛ نظراً لأنه تظهر انعزالات فى الجيل الثانى بنسبة ٩ متوسطة (S - L-) : ٣ طويلة (S - ll) : ٤ قصيرة (ss L- ، و ss ll).

٣ – لون قصرة البذرة :

يسود اللونان الضارب إلى الصفرة Tan والأخضر Greeen على لون البذور الأحمر ، ويتحكم فى ذلك الجينان T ، و G . ويتحكم فى ظهور لون أسود بحافة البذرة جين واحد متنحِ . ويسود اللون الأسود على اللون الأبيض ، ويتحكم فى ذلك جين واحد يأخذ الرمز B .

ويذكر بعض الباحثين أن لون بذرة البطيخ يتحكم فيه ثلاثة جينات فقط هى r ، و t ، وw، وهى الخاصة بالصفات المتنحية : الأحمر ، والأسمر الضارب إلى الصفرة ، والأبيض . وتظهر عدة ألوان عند انعزال هذه الجينات ، هى : +++ أسود ، و clump++w ، و +t+ أسمر ضارب إلى الصفرة ، و +tw أبيض ذو قمة سمراء ضاربة إلى الصفرة ، و +rt أحمر، و rtw أبيض ذو قمة وردية . ويؤدى جين آخر محور إلى ظهور تبرقشات بالبذرة السوداء ذات التركيب الوراثى +++ ، ولكنه يكون عديم التأثير فى التراكيب الوراثية الأخرى. هذا ويفضل المستهلك عادة لون البنور الأسود ، الذى يساعد على إبراز لون الثمار الأحمر بينما يتحيز ضد اللون الأبيض الذى يرتبط فى ذهنه بالثمار غير المكتملة النضج .

٤ – سرعة إنبات البذور :

يتأخر إنبات بذور بعض سلالات البطيخ بدرجة ملحوظة ، وتلك صفة غير مرغوبة ، ينبغى تجنبها عند الانتخاب فى برامج التربية . وقد وجد Rhodes & Love (١٩٨٣) سلالتين من البطيخ كانتا متأخرتين فى الإنبات ؛ هما : السلالتان P.I. 189225 ، و P.I. 299379 ، وتبين أن صفة التأخير فى الإنبات كانت سائدة فى السلالة الأولى ، ومتنحية فى الثانية .كما وجد الباحثان اختلافات فى نتائج التهجينات العكسية بين بعض طرز البطيخ وبين الصنف R309 من C. colocynthis الذى تتأخر بذوره فى الإنبات .

التربية لمقاومة الآفات

١ – التربية لمقاومة مرض الذبول الفيوزارى:

قام W.A.Orton بأول دراسة كلاسيكية على التربية لمقاومة الأمراض ، وكان ذلك على مرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ ، حيث اكتشف المقاومة للفطر Fusarium oxysporum f. sp. niveum –المسبب للمرض – فى بعض سلالات الحنظل. وقد تمكن Orton فى عام ١٩١١ من إنتاج الصنف Conqueror كأول صنف تجارى من البطيخ مقاوم لهذا المرض . وبرغم أن هذا الصنف مازال مقاوماً واستخدم كمصدر

لمقاومة المرض فى عديد من برامج التربية .. إلا أنه لم ينتشر كصنف تجارى ؛ لأن صفاته البستانية لم تكن على المستوى المطلوب من قبل المزارعين والمستهلكين .

وبرغم توفر عديد من أصناف البطيخ الأجنبية المقاومة للذبول الفيوزارى .. إلا أن سلالة الفطر المنتشرة فى مصر قادرة على إحداث الإصابة بهذه الأصناف . ولحسن الحظ اكتشفت مقاومة هذه السلالة فى الصنف المحلى فرسكا ، الذى هجن مع الصنف شليان بلاك فى برنامج للتربية بالتهجين الرجعى ؛ وبذا .. أمكن إنتاج صنف البطيخ جيزة المشابه لصنف شليان بلاك ولكنه يتميز عنه بمقاومته للذبول ، وصلابة قشرته ، وقد حصل على هاتين الصفتين من الصنف فرسكا .

وقد اختلفت نتائج الدراسات التى أجريت على وراثة المقاومة لمرض الذبول الفيوزارى فى البطيخ .. فقد ذكرت إحدى الدراسات أن المقاومة كمية ، ويتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى ، بينما ذكر آخرون أنه يتحكم فى المقاومة جين واحد أو زوجان من الجينات المتعددة الآليلات . كما أوضحت دراسات Hilal (١٩٧٦) أن المقاومة كمية غالبا ، وأنها تظهر فى الجيل الأول الهجين .

وبرغم أن Netzer & Weintall (١٩٨٠) وجدا أن مقاومة الصنفين : Summit ، وCahhoun Gray يتحكم فيها جين واحد سائد ، إلا أن الاتجاه السائد الآن هو أن المقاومة كمية ، ويتحكم فيها جينات معظمها متنحية ، وبعضها سائدة حسب مصدر المقاومة . ويفسر ذلك البطء الملاحظ فى إنتاج أصناف جديدة مقاومة للمرض (Mohr ١٩٨٦) .

يعرف - حالياً - من الفطر F. oxysporum f. niveum ثلاث سلالات ؛ هى أرقام : صفر ، و ١ ، و ٢ . وقد أنتجت عديد من الأصناف المقاومة للسلالتين صفر ، و ١ ، ولكنها أصيبت بالذبول ؛ بسبب عدم مقاوتها للسلالة ٢ ، وهى سلالة اكتشفت فى عام ١٩٧٨ ، وتعرف الآن فى عدة دول .

وقد أنتج Martyn & Netzer (١٩٩١) سلالة تربية جديدة من البطيخ - هى P.I. 296 341 - FR منتخبة من سلالة Citrullus sp. رقم P.I. 296341 - مقاومة لسلالات الفطر أرقام صفر ، و ١ ، و ٢ .

وتبين من دراسات Mohammed وآخرين (١٩٨١) أن نباتات البطيخ المقاومة تتميز بارتفاع مستوى الفينولات بأنسجتها قبل حدوث الإصابة ، كما يتكون بها فيتوألاكسين Phytoalexin - بعد العدوى بالفطر المسبب للمرض - يمنع استمرار نمو الفطر فى أنسجة النبات . كما أمكن كسر مقاومة الحنظل برش البادرات بالثايوريا بتركيز ٠٫٥٪ ، وهو ما يعنى أن الفيتوألاكسين ينتج على حساب طاقة مستمدة من التنفس .

٢ - التربية لمقاومة الأنثراكنوز :

يسبب الفطر Glomerella cingulata var. orbiculare مرض الأنثراكنوز فى البطيخ، وتتوفر المقاومة لهذا الفطر ، ويتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Ar .. علما بأن هذا الجين يكسب النبات مقاومة لسلالتى الفطر أرقام ١ ، و ٣ ، بينما يمكن للسلالة رقم ٢ إصابة النباتات الحاملة لهذا الجين ، ولكن - لحسن الحظ - فإن هذه السلالة ليست واسعة الانتشار . ومن أشهر الأصناف المقاومة : Congo ، و Charleston Gray ، و Fairfax .

٣ - التربية لمقاومة البياض الدقيقى :

أوضحت دراسات Robinsom وآخرين (١٩٧٥) أن جميع أصناف وسلالات البطيخ التى أختبروها - وعددها ٥٩٠ - كانت مقاومة لمرض البياض الدقيقى ، فيما عدا سلالة واحدة فقط هى P.I.269677 . وبينت الدراسات الوراثية أن القابلية للإصابة بالمرض فى هذه السلالة يتحكم فيها جين واحد متنح .

٤ - التربية لمقاومة لفحة الساق الصمغية :

يسبب الفطر Didymella bryoniae (= Mycospharella citrullina) مرض لفحة الساق الصمغية فى البطيخ . وقد وجدت درجة عالية من المقاومة للمرض فى السلالة P.I. 189255 بعد أن قام Sowel & Pointer (١٩٦٢) باختبار مئات الأصناف والسلالات للمقاومة . وقد قيمت النباتات تحت ظروف الصوبة برش بادرات البطيخ - وهى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية - بمعلق فطرى بتركيز ٥ × ١٠^٥ جرثومة / مل ، ثم وضعت

النباتات لمدة يومين فى حضان على درجة حرارة ٢٥ ± ٢°م ، ورطوبة نسبية ١٠٠٪ ، ثم أعيدت إلى الصوبة مرة أخرى؛ حيث قيمت شدة الإصابة بعد ٣ أسابيع من العدوى . وقد تبين من الدراسات الوراثية أن المقاومة التى توفرها هذه السلالة يتحكم فيها جين واحد متنح.

٥ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش الزوكينى الأصفر :

يسبب فيرس تبرقش الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus خسائر لزراعات البطيخ فى مصر ، ويتوفر مستوى جيد من المقاومة فى بعض سلالات النوع C. colocynthis من نيجيريا ، كما وجد مستوى عالٍ من المقاومة لسلالة فلوريدا من الفيرس فى أربع سلالات من البطيخ من زمبابوى ، هى P.I. 482322 ، وP.I. 482299 ، و P.I. 482261 ، و P.I 482308 . وقد تبين أن المقاومة (فى نبات منتخب من السلالة P.I. 482261) يتحكم فيها جين واحد متنح (Provvidenti ١٩٩١) .

٦ - التربية لمقاومة خنافس الخيار :

اختبر Chambliss & Cuthbert (١٩٦٨) نحو ٥٠٠ صنف وسلالة من البطيخ ، ووجدا أنها كانت جميعا قابلة للإصابة ، فيما عدا صنف تجارى واحد هو Sugar Loaf . وقد كان الاختبار لثلاث من خنافس الخيار هى : ذات الأحزمة banded ، والمتبقعة spot-ted ، والمخططة striped .

ولمزيد من التفاصيل .. يراجع Whitaker & Jagger (١٩٣٧) ، و Mohr (١٩٨٦) بالنسبة لتربية البطيخ بوجه عام ، و Sitterly (١٩٧٢) بالنسبة للتربية لمقاومة الأمراض .

تربية القاوون والشمام

يعتبر القاوون ، والشمام محصولاً واحداً ، إلا أن لفظة شمام تطلق على أصناف بستانية خاصة Horticultural Cultivars ، تنتمى إلى نوع نباتى Botanical Variety معين ، بينما يطلق اسم قاوون على مجموعات مختلفة من الأصناف البستانية ، تنتمى غالبيتها إلى ثلاثة أصناف نباتية معينة ، وينتمى قليل منها إلى أصناف نباتية أخرى قليلة الانتشار .

ويطلق عليهما معاً - أى على الشمام والقاوون - اسم بطيخ أصفر فى بعض البلدان العربية، وهما يشكلان أحد المحاصيل الهامة التابعة للعائلة القرعية .

يتبع الشمام الصنف النباتى Cucumis melo var. Aegyptiacus ، ويسمى بالإنجليزية Sweet melon . أما القاوون فاسمه الإنجليزى هو melon ، وتقسم أصنافه البستانية كمايلى :

١ - مجموعة أصناف القاوون الشبكى :

تتبع أصناف هذه المجموعة الصنف النباتى C. melo var. reticulatus ، ويلطق عليها اسم muskmelon ، وتسمى أحياناً باسم كانتلوب ، ولكن هذه التسمية الأخيرة خاطئة .

٢ - مجموعة أصناف الكانتلوب Cantaloupe :

تتبع أصناف هذه المجموعة الصنف النبتى C. melo var. cantaloupensis ، ويطلق عليها اسم القاوون الأوروبى ، أو الكانتلوب .

٣ - مجموعة أصناف القاوون الأملس :

تتبع أصناف هذه المجموعة الصنف النباتى C. melo var. inodorus ، وتسمى بقاوون الشتاء winter melon ، ويطلق عليها- أحياناً - اسم mnskmelon ، إلا أن هذا الاسم خاص بأصناف مجموعة القاوون الشبكى كما سبق بيانه .وهى تشتهر بأسماء طرز الأصناف التى تتبعها، والتى من أهمها شهد العسل Honey Dew ، والكاسابا Cassaba.

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد بأن موطن القاوون (والشمام) فى قارتى أفريقيا وآسيا ، خاصة فى الهند (Whitaker & Bemis ١٩٧٦) . ويزرع الشمام فى مصر منذ زمن بعيد ، إلا أن تاريخ دخوله مصر غير معروف على وجه التحديد . ويعطى Hedrick (١٩١٩) مزيداً من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة القاوون .

الأنواع القريبة والبرية والسيتولوجى والهجن النوعية

يوجد عدد من محاصيل الخضر الأخرى التى تتبع النوع C. melo ، ومنها العجور managa melon الذى يتبع الصنف النباتى C. melo var. chito ، وأبو الشمام pocket melon الذى يتبع الصنف النباتى C. melo var. Dudaim ، والقثاء snake melon التى تتبع الصنف النباتى C. melo var. flexuous. . وتُلَقّح جميع هذه الأصناف النباتية بسهولة تامة مع بعضها البعض ومع كل من الشمام والقاوون .

وتتباين سلالات وأصناف النوع C. melo البرية والمزروعة تبايناً هائلاً فى صفاتها ؛ فمثلاً .. يتباين مدى طول النبات من متر إلى عشرة أمتار ، ووزن الثمرة من ١٠ جرامات إلى نحو ١٠ كيلو جرامات ، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بالثمار من ٣ ٪ إلى ١٨٪ ، ورقم pH لُب الثمرة من ٣ إلى ٧ (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

يحتوى الجنس Cucumis على نحو ٤٠ نوعاً نباتياً . وقد قسمت هذه الأنواع – حسب إمكانية التهجين بينها – إلى أربع مجموعات ، تُلَقّح أنواع كل مجموعة فيما بينها ، وهى كما يلى :

١ – مجموعة الأنواع الأفريقية الأصل ذات الثمار الشوكية التى منها الجركن C. anguria ، وتضم ثمانية أنواع على الأقل .

٢ – مجموعة الخيار الأفريقى المسمى African Horned Cucumber ، وينتمى إليها النوع C. metuliferus .

٣ – مجموعة الخيار C. sativus وتضم – إلى جانب الخيار – النوع C. hardwickii .

٤ – مجموعة الأنواع الأفريقية التى تخلو من الأشواك ، وتشتمل على عدة أنواع ؛ منها : C. melo ، و C. humifructus ، و C. sagittatus .

وبرغم أن حبوب لقاح أنواع المجاميع المختلفة قد تنمو على مياسم أنواع من مجاميع أخرى .. إلا أنها لا يخصب بعضها بعضاً ، ولا ينجح التهجين بينها إلا فى حالات خاصة وبصعوبة بالغة .

ويستدل مما تقدم على أن الخيار لا يهجن مع أى من القاوون أو الجركن . هذا برغم أن

حبوب لقاح الخيار قد تنمو فى ميسم وقلم زهرة القاوون إلى أن تصل إلى البويضات ، ولكنها لا تخصب البيضات .

وبينما يحتوى الخيار C. sativus على سبعة أزواج من الكروموسومات (٢ن = ٢ س = ١٤) .. فإن النوعين C. heptadactylus ، و C. ficifolius فيهما ٢ن = ٢٤ ، ويبدو أنهما متضاعفان ، بينما تحتوى جميع الأنواع الأخرى التى درست من الجنس Cucumis – بما فى ذلك C. melo – على ستة أزواج من الكروموسومات (٢ن = ٢س = ١٢) (عن Robinson & Whitaker ١٩٧٤) .

ويذكر أنه أمكن الحصول على أجنة من التهجين النوعى C. melo x C. metuliferus ، لكنه لم يمكن زراعة هذه الأجنة لإنتاج نباتات منها .

كما أمكن كذلك الحصول على ثمار من كل من التلقيحين النوعيين C. anguria x C. melo ، و C. anguira x C. metuliferus . كانت هذه الثمار خالية من البذور القادرة على الإنبات ، ولكنه أمكن عزل أجنة منها – وهى فى مراحل مختلفة من نموها – بعد إجراء التلقيحات . وبالنسبة للتلقيح الأخير .. فقد تمكن Fassuliotis & Nelson (١٩٨٨) من فصل الأجنة بعد فترة تراوحت من ٣٤ – ٩٩ يوماً من التلقيح (أى ابتداء من مرحلة نمو الجنين المسماة بإذن الأرنب rabbit - ear إلى وقت متأخر من مرحلة النمو المسماة بشكل الزروق fluke - shaped) ، وحصلا على نباتات من هذه الأجنة إما بزراعتها مباشرة ، وإما بعد الحصول على أجنة جسمية somatic embryosis منها ؛ بعمل مزارع أنسجة منها قبل اكتمال نضجها . وترجع أهمية هذين النوعين إلى كونهما مقاومين لنيماتودا تعقد الجذور .

وقد أجرى Soria وآخرون (١٩٩٠) محاولات لتهجين ستة أنواع من الجنس Cucumis ، تضمنت النوع C. melo . ويبين جدول (٧ – ١) نتائج تلك المحاولات .

جدول (٧ – ١) : نتائج محاولات التهجين بين ستة أنواع من الجنس Cucumis .

الهجين النوعى	عدد التلقيحات	الثمار (٪)	عدد الأجنة
C.myriocarpus x C.africanus	١٢٨	٧٨ر٠	٧٠
C.africanus x C.myriocarpus	٤٥	٦٧ر٨٦	١٣١
C.africanus x C.zeyheri	٢٣	١٣ر٣٩	١٦
C.africanus x C.anguria L^z	٩١	٣٨ر١٥	٥٧
C.africanus x C.metuliferus	٤٤	صفر	–
C.zeyheri x C.africanus	٨٧	٦٨ر٤٣	٧
C.anguria L x C.africanus	٨٥	٥٣ر٢٣	٢٦
C.metuliferus x C.africanus	٦٦	٢١ر٢١	٤١٥
C.melo PS^y x C.metuliferus	٧٦	٤٦ر٧	صفر
C.melo BO^x x C.metuliferus	٩٧	٢٢ر٧	٣

أساسيات التداول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

يحمل النبات الواحد أزهاراً مذكرة وأخرى مؤنثة – أى يكون وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious – فى معظم الأصناف الأوروبية ، بينما يحمل أزهاراً مذكرة وأخرى خنثى – أى يكون andromonoecious – فى معظم الأصناف الأمريكية .

وبينما تحمل الأزهار المؤنثة أو الخنثى مفردة فى آباط الأوراق ، تحمل الأزهار المذكرة فى مجاميع من ٣ – ٥ أزهار فى آباط الأوراق التى لا توجد فيها أزهار مؤنثة أو خنثى . وتظهر الأزهار المذكرة مبكرة عن الأزهار المؤنثة ، ويكون عددها أكبر بكثير من الأزهار المؤنثة ، وقد وجد فى إحدى الدراسات أن نباتاً واحداً من القاوون أنتج ٥١٢ زهرة مذكرة ، و٤٢ زهرة خنثى . وتكون النسبة الجنسية أضيق من ذلك فى الظروف البيئية غير المناسبة للعقد (عن McGregor ١٩٧٦) .

تتكون كأس الزهرة من خمس سبلات ، ويتكون التويج من خمس بتلات أو ست صفراء اللون ، والطلع من خمس أسدية : واحدة منفصلة ، والأربعة الأخرى تلتحم كل اثنتين منها

معاً ؛ فيبدو الطلع ، وكأنه مكون من ثلاث أسدية فقط ، والمبيض سفلى ، يتكون من ٣ - ٥ مساكن . والميسم مفصص إلى فصوص ، يتساوى عددها مع عدد المساكن .

تتفتح الأزهار فى الجو المناسب بعد شروق الشمس بساعتين ، ولكن تفتحها يتأخر عن ذلك عند انخفاض درجة الحرارة ، وعند ارتفاع الرطوبة النسبية ، وفى الجو الملبد بالغيوم . وتتفتح المتوك - طولياً - بعد اكتمال تفتح الزهرة ، بينما لا تنتثر حبوب اللقاح ؛ لأنها تتكون فى كتل لزجة لا تنتقل إلا بواسطة الحشرات التى تزور الأزهار . ويكون الميسم مستعداً لاستقبال حبوب اللقاح يوم تفتح الزهرة (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

التلقيح خلطى غالباً ، وقليلاً ما يحدث التلقيح الذاتى حتى فى الأزهار الخنثى ؛ لأن حبوب اللقاح اللزجة لا تنتقل إلا بواسطة الحشرات كما سبق أن بينا . ويعتبر النحل من أهم الحشرات الملقحة على الإطلاق ، سواء أكان ذلك فى الحقل ، أم فى البيوت المحمية . ويزور النحل الأزهار لجمع كل من الرحيق وحبوب اللقاح .

وقد تباينت نسبة التلقيح الخلطى فى الدراسات المختلفة . فوجد فى إحدى الدراسات أنها تراوحت من ١ - ١٠٠٪ فى مختلف الثمار ، وتراوحت فى دراسة أخرى من ٤ر٥ - ٨ر٦٧٪ فى الأصناف التى تحمل أزهاراً مذكرة وأزهارا خنثى ، بينما بلغت ٢ر٧٣٪ فى الأصناف الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن ، وتراوحت من ١ - ٢٠٪ فى الثمار المختلفة للأصناف التى تحمل أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى ، بينما تراوح المتوسط العام من ١ر٥ - ٩ر٨٪ حسب الجين المميز marker gene المستخدم فى تقدير نسبة التلقيح الخلطى (عن Nugent & Hoffman ١٩٨١) .

ولا يعقد تحت الظروف الطبيعية فى الحقل سوى ١٠٪ فقط من الأزهار الكاملة أو المؤنثة التى ينتجها النبات ، أما بقية الأزهار .. فإنها تسقط بعد تفتحها مباشرة ، أو بعد نمو مبايضها قليلاً . وقد وجد أن إزالة الأزهار العاقدة أولا بأول تؤدى فى النهاية إلى عقد ٧٠ ٪ من الأزهار المتكونة ؛ مما يدل على أن عقد زهرة مؤنثة أو خنثى يمنع عقد عدد من الأزهار التالية لها فى التكوين (Mann & Robinson ١٩٥٠) .

ثانياً : الثمار والبذور

الثمرة عنبة تختلف - فى حجمها ، وملمسها ، ومدى تضليعها ، ولونها الخارجى والداخلى - باختلاف الأصناف . وتحتوى الثمرة الواحدة على ٤٠٠ - ٦٠٠ بذرة ، وتكون البذور بيضاوية الشكل ، ويكون طرفها المشيمى مدبباً ، بينما يكون طرفها الآخر مستديراً ، ولونها أصفر ، أو أبيض ، وهى أكثر امتلاء من بذرة الخيار .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى والخلطى

لا تختلف طريقة إجراء التلقيحات اليدوية الذاتية أو الخلطية فى القاوون عما سبق بيانه بالنسبة للبطيخ . ولكن نسبة نجاح التلقيحات اليدوية فى القاوون تكون أقل مما فى القرعيات الأخرى ، وهى تتراوح - عادة - من ٥ - ٤٠ ٪ ، وتعتبر نسبة نجاح التلقيحات جيدة إذا زادت على ٢٠ ٪ . وتتخذ بعض الإجراءات لتحسين عقد الأزهار الملقحة يدوياً ؛ منها مايلى :

١ - إزالة الثمار التى سبق عقدها قبل إجراء التلقيحات .

٢ - لف قطعة صغيرة من القطن حول الزهرة المخصبة لتثبيت الكبسولة الجيلاتينية فى مكانها ؛ لأن عملية الخصى تحدث إضراراً كبيراً بتويج الزهرة .

٣ - إن لم تكن متوك الزهرة قد بدأت فى نثر حبوب لقاحها برغم تفتح الزهرة - وهو مايحدث فى الجو البارد - فإنه يمكن إخراج حبوب اللقاح من المتوك بملامستها بالملقط برفق .

٤ - عدم زيادة عدد التلقيحات على ٣ - ٤ بكل نبات .

٥ - إضافة كمية صغيرة من ١ ٪ إندول حامض الخليك فى اللانولين إلى أحد فصوص الميسم بعد إجراء التلقيح اليدوى. أدى هذا الإجراء إلى تحسين نسبة العقد من ٢٦٫٧ ٪ إلى ٥٩ ٪ دون أن يكون له أى تأثير على البذور فى الثمار العاقدة (عن Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

هذا .. وتكون الثمار الناتجة من التلقيحات اليدوية أصغر حجماً وأقل فى محتواها من

البذور من الثمار التى تلقح طبيعياً بالحشرات ؛ وهو أمر لم يكن إرجاعه إلى أية إصابات ميكانيكية تحدث للزهرة أثناء التلقيح اليدوى . واعتُقِدَ أن النقص فى حجم الثمار الناتجة من التلقيح اليدوى مرده إلا أن الزهرة الواحدة تتلقى - فى حالات التلقيح الطبيعى - أكثر من ٥٠ زيارة من حشرة النحل ، إلا أن تكرار التلقيح اليدوى للزهرة الواحدة لم يترتب عليه أية زيادة فى حجم الثمار العاقدة (عن Mann ١٩٦٢) .

ويفيد استخدام أغطية البوليستر التى توضع فوق النباتات مباشرة Spun - bonded polyster covers فى التحكم فى عمليتى التلقيح الذاتى والخلطى تحت ظروف الحقل .فقد وجد Ng (١٩٨٨) أن وضع هذه الأغطية على النباتات - مع دفن حوافها فى التربة - كان بديلاً جيداً للأقفاص السلكية wire mesh cages ؛ حيث منع الغطاء الحشرات من عمل أية تلقيحات غير مرغوبة ، وجعلت باستطاعة المربى إجراء التلقيحات اليدوية فى الوقت الذى يناسبه . كذلك أجريت التلقيحات الذاتية بسهولة تامة بإدخال النحل تحت الغطاء .

ومن الواضح أن هذه الطريقة يمكن أن تطبق مع القرعيات الأخرى ومع غيرها من المحاصيل . كما قد يمكن استعمال أغطية البولى بروبلين polypropylene بنفس الكيفية مع توقع نفس النتائج . إلا أن أغطية البوليثيلين Polyethylene (البلاستيك) لا تفيد فى هذا المجال ؛ لضرورة كشف الغطاء لإجراء عملية التهوية ، فضلاً على حاجتها إلى دعامات سلكية لرفعها عن النباتات .

رابعاً : ظاهرة العقم الذكرى والظواهر التى يمكن الاستفادة منها فى إنتاج الهجن

يعرف فى القاوون خمسة جينات متنحية غير آلية للعقم الذكرى تأخذ الرموز من ms -1 إلى ms-5 (McCreight & Elmstrom ١٩٨٤ ، Lecouviour وآخرون ١٩٩٠) . وباستثناء الجين ms -5 الذى استخدم فى إنتاج هجن قليلة - مثل الهجن الفرنسية 02 - 68 ، و Ji-varo ، و Fox - فإن هذه الجينات لم يستفد منها فى إنتاج الهجن التجارية على نطاق واسع ، ويرجع ذلك إلى صعوبة التعرف على النباتات الخصبة الذكر فى خطوط الأمهات ،

وهو الإجراء الضرورى ليمكن إزالتها من خطوط الأمهات فى حقل إنتاج البذور . وقد تمكن McCreight (١٩٨٦) من التغلب على هذه المشكلة بفحص البراعم الزهرية قبل تفتحها بأربع وعشرين ساعة ؛ حيث تبدو متوك النباتات الخصبة الذكر دائماً عاجية اللون ، وممتلئة ، وناعمة الملمس ، بينما تبدو متوك النباتات العقيمة الذكر خضراء مصفرة اللون وغير ممتلئة ، وخشنة الملمس قليلاً ؛ لأن الشعيرات التى تربط بين فصوص المتوك تكون واضحة ، وليست مختفية كما فى النباتات الخصبة الذكر .

ويمكن الاستغناء عن عملية الخصي – عند إنتاج الهجن التجارية – بالاستفادة من ظاهرة انفصال الجنس فى النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن . ومع ذلك فلم يُستَفَدْ من هذه الظاهرة – إلى الآن – فى إنتاج الهجن ، وخاصة أنها – أى ظاهرة حمل النبات لأزهار مذكرة وأزهار مؤنثة – ترتبط بصفة الثمار المطاولة . وبذا .. لا يمكن الاعتماد عليها إلا عند الرغبة فى إنتاج أصناف ذات ثمار مطاولة فقط . وقد أمكن – أخيراً – كسر هذا الارتباط (.I.N.R.A – فرنسا) .

ويعتبر التلقيح اليدوى هو الطريقة الوحيدة المستخدمة على نطاق واسع – إلى الوقت الحاضر – فى إنتاج هجن القاوون التجارية .

خامساً : إنتاج النباتات الأحادية

يستفاد من النباتات الأحادية المجموعة الكروموسومية فى إنتاج نباتات ثنائية أصيلة وراثياً لدى مضاعفة النباتات الأحادية بالكولشيسين . وقد تمكن Savin وآخرون (١٩٨٩) من إنتاج نباتات قاوون أحادية ؛ بطريقة بسيطة تعتمد على وضع حبوب لقاح معاملة بأشعة x على مياسم الأزهار المؤنثة عند تفتحها ؛ حيث تنمو مبايض هذه الأزهار بصورة طبيعية ، ولكن الثمار لا تترك لحين اكتمال نضجها ، وإنما تحصد بعد ثلاثة أسابيع من التلقيح . وقد وجد الباحثون أن الثمار – فى هذه المرحلة من النمو – تحتوى على أجنة أحادية نادرة . لا تستمر هذه الأجنة فى النمو داخل الثمرة ، وإنما تنهار وتتلاشى أثناء نمو الثمرة ؛ ولذا .. يلزم التعرف عليها ونقلها إلى بيئة صناعية لتكمل نموها . ونظراً لأن الثمرة تحتوى على أجنة أخرى كثيرة ثنائية .. فإن تشريح البذور المتكونة لفحص الأجنة يستلزم جهداً كبيراً .

وقد تمكن الباحثون من التعرف على الأجنة الأحادية باستخدام أشعة x كمايلى : تحصد الثمار بعد ٤ - ٧ أسابيع من التلقيح ؛ لأن الأجنة تكون صغيرة جداً قبل ذلك ، وتبدأ الأجنة الأحادية فى الانهيار بعد ذلك . تجفف البنور جزئياً حتى لا تبدو معتمة عند تصويرها بأشعة x ، على ألا يكون التجفيف كاملاً حتى لا تفقد حيويتها . وتتم عملية التجفيف على درجة حرارة ٤ °م لمدة ١٥ ساعة . توضع البذور - بعد ذلك - على لوح من البوليسترين سمكه ٥مم ، وتغطى بشريط لاصق شفاف ، ثم تعرض لأشعة x ، ويستخدم لتوليد الأشعة أى جهاز من تلك المستخدمة فى الأغراض الطبية .تظهر البذور - التى تحتوى عى أجنة أحادية فى صورة الأشعة - أقل عتمة من البذور التى تحتوى على أجنة ثنائية .

سادساً:إكثار التراكيب الوراثية المرغوبة - خضرياً - بالعقل الساقية

إن من أكبر المشاكل التى تواجه مربى النباتات الحولية - كالقاوون - استحالة إجراء عدة اختبارات على النبات الواحد ؛ لأن أى اختبار منها قد يقضى على النبات ، أو يؤثر فى نتائج الاختبارات الأخرى . كما أن بعض الاختبارات يلزم إجراؤها تحت ظروف متحكم فيها فى البيوت المحمية ، بينما تدرس الصفات البستانية - غالباً - تحت ظروف الحقل . وعندما يستقر المربى على انتخاب نبات ما بعد نضج ثماره وفحصها .. فإن هذا النبات يكون قد بدأ فى الموت ، ولا يصلح لأية اختبارات أخرى ؛ لهذه الأسباب .. فإن إكثار النباتات الحولية - بطريقة خضرية - يعد أمراً حيوياً للمربى .

وقد تمكن Khan وآخرون (١٩٨٨) من إكثار القاوون خضرياً - بسهولة - بالطريقة التالية : تؤخذ القمم الخضرية للسيقان القوية النمو على أن تحتوى كل منها على ٤ - ٥ عقد . تزال الأوراق من العقدتين القاعديتين ، ثم تزرع القمم الخضرية مباشرة فى أصص صغيرة (٥ × ٥ × ١٠سم) مملوءة بالبرليت . تنقل الأصص - سريعاً - إلى الصوبة ، وتوضع على (بنشات) محاطة من جميع الجوانب بشرائح بلاستيكية ، ومزودة من أعلى بجهاز للرى بالضباب mist . يؤقت الجهاز لتوليد الضباب لمدة خمس ثوان كل ١٥ دقيقة فى اليومين الأولين بعد الزراعة ، ثم كل ٣٠ دقيقة بعد ذلك لمدة ثلاثة أسابيع . تؤدى هذه المعاملة إلى نمو جذور عرضية كثيرة عند القطع فى قاعدة الساق المقطوعة ، وعند العقد التى غرست فى البرليت بعد إزالة أوراقها ؛ وبذا .. تصبح هذه النموات الطرفية للسيقان

شتلات ذات مجموع جذرى جيد ، ويمكن شتلها بنجاح بعدذ لك .

كذلك أوضح الباحثون أن معاملة قواعد العقل الساقية الطرفية بإندول حامض البيوتيريك - إما كمحلول مائى بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون ، وإما كمسحوق جاف بتركيز ٥ر٠٪ فى بودرة التلك -أحدثت زيادة واضحة فى عدد الجذور المتكونة وطولها ، كما أدت إلى نمو جذور إضافية من السلاميات .

وتوضح نتائج هذه الدراسة وجود اختلافات وراثية بين سلالات وأصناف القاوون فى قدرتها على التجذير بعد هذه المعاملات ؛ حيث كانت السلالة P.I. 414723 أكثرها استجابة .

وراثة الصفات البستانية والتربية لتحسين المحصول وصفات الجودة

أولا : صفات النبات

١ - طفرات البادرات :

يستفاد من الطفرات التى تظهر على النبات فى طور البادرة كجينات معلمة ، ومن هذه الطفرات مايلى :

أ - جين متنح يؤثر فى نسبة الكلورفيل أ ، ب ، دون التأثير فى قوة النبات أو خصوبته . يأخذ هذا الجين الرمز yg نسبة إلى لون البادرات الأخضر المصفر yellow green.

ب - جين متنح آخر (r) يؤدى إلى ظهور صبغة حمراء بالسويقة الجنينية السفلى للبادرات ، التى تكون نامية فى مكان يصل إليها فيه ضوء الشمس المباشر كالبيوت المحمية.

جـ - جين متنح يجعل الأوراق عميقة التفصيص . يأخذ هذا الجين الرمز l نسبة إلى التفصيص lobing . وتوجد طفرة أخرى بسيطة متنحية تجعل الأوراق مجزأة .

د - جين متنح يجعل أوراق النبات ملساء خالية من الشعيرات ، ويأخذ الرمز gl ؛ نسبة إلى الملمس الخالى من الشعيرات glabrbrous .

٢ - طبيعة النمو :

توجد طفرة ذات نمو متقزم bush ، يتحكم فيها جين واحد متنح (b) ، وجينان آخران

محوران لفعل هذا الجين .

٣ – حالة الجنس :

يوجد جين واحد متنح (a) يحول النبات من الحالة الـ monoecious (أى الوحيد الجنس الوحيد المسكن) إلى الحالة الـ andromonoecious (أى التى يحمل فيها النبات أزهاراً كاملة وأزهارا مذكرة) (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

ويذكر Whitaker & Davis (١٩٦٢) أن الجينين : A ، و G يتحكمان فى وراثة الجنس فى القاوون على النحو التالى : يجعل الجين A معظم الأزهار الكاملة مؤنثة ، ويجعل الجين G معظم الأزهار الكاملة مذكرة ، وبذا .. يكون نسل النبات الخليط AaGg على النحو التالى:

التركيب الوراثى	النسبة	الشكل المظهرى
A - G -	٩	توجد أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة monoecious
aa G -	٣	توجد أزهار مذكرة وأزهار كاملة andromonoecious
A - gg	٣	توجد أزهار مؤنثة وأزهار كاملة gynomonoecious
aa gg	١	توجد أزهار كاملة فقط perfect

هذا .. إلا أن النباتات ذات التركيب الوراثى A - gg لا تكون دائماً gynomonoe-cious ؛ حيث تتأثر بالعوامل البيئية ، فتظهر بعضها أنثوية gynoecious ، وقد يصبح بعضها الآخر trimonoecious ؛ أى يظهر بها خليط من الأزهار المذكرة ، والمؤنثة ، والخنثى . ولكن نتائج الدراسات تختلف بشأن حالة الـ trimonoecious ؛ حيث ذكر البعض أن جينين آخرين يتفاعلان مع الجينين a , g لإظهار هذه الحالة .

وجدير بالذكر أن النباتات الـ andromonoecious تحمل أزهاراً مذكرة فقط على الساق الرئيسية للنبات ، وخليطاً من الأزهار المذكرة والأزهار الخنثى على أفرع النبات . وقد اكتشفت طفرة متنحية تمنع تكوين أية فروع من الساق الرئيسية للنبات ، وأعطيت الرمز ab نسبة إلى الصفة abrachiate . وبظهور هذه الطفرة على نبات andromoneo-cious .. فإنها تحوله – تلقائياً – إلى نبات مذكر androecious – لأن الساق الرئيسية

للنبات لاتحمل سوى أزهار مذكرة فقط .

٤ – صفات الأزهار :

توجد طفرة بسيطة متنحية تخلو أزهارها من الرحيق ، وتأخذ الرمز n ؛ نسبة إلى الصفة nectarless .ويقل محصول هذه الطفرة ؛ لأن النحل لا يقبل على زيادة أزهارها .

وتوجد طفرة أخرى بسيطة متنحية تكون بتلات أزهارها ذات لون أخضر ، وتأخذ الرمز gp ؛ نسبة إلى الصفة green petal .

ثانياً : صفات الثمار والبذور

١ – شكل وحجم الثمرة :

يتحكم جين واحد فى شكل الثمرة ؛ حيث يسود الشكل البيضاوى على الشكل الكروى ، ويأخذ هذا الجين الرمز sp نسبة إلى الشكل الكروى spherical . ويعتقد البعض أن هذا الجين ذو سيادة غير تامة ؛ حيث تكون ثمار النبات مستطيلة قليلاً oblong ، بينما تكون ثمار النباتات المتنحية الأصيلة كروية والسائدة الأصيلة أسطوانية .

ويتحكم جين واحد آخر فى عدد كرابل الثمرة ؛ حيث يسود وجود ثلاث كرابل على خمس كرابل بالثمرة ، ويأخذ هذا الجين الرمز p نسبة إلى الصفة pentamerous . ويعتقد أنه يوجد ارتباط بين شكل الثمرة وعدد الكرابل بها ؛ حيث تحتوى الثمار الكروية على خمس كرابل ، بينما تحتوى الثمار المطاولة والبيضاوية على ثلاث كرابل .

وقد وجد ارتباط بين شكل الثمرة وحالة الجنس ، حيث تنتج الأزهار المؤنثة – غالباً – ثماراً كروية ، بينما تنتج الأزهار الكاملة ثماراً مطاولة أو بيضاوية .

وقد أدى ذلك إلى الاعتقاد بأن الجين a (الخاص بحالة الـ andromonoecious) ذو تأثير متعدد . وقد وجدت حالات شاذة لهذه القاعدة ، يعتقد أنها ترجع إلى وجود جينات محورة .

٢ – سطح الثمرة :

يوجد جين واحد متنح يتحكم فى وجود تضليع بالثمرة مع ظهور انخفاضات بين الضلوع ، وهى التى يطلق عليها اسم vein tracts ، أو sutures ؛ ولذا .. يأخذ هذا الجين الرمز s ، وتعد الثمار غير المضلعة صفة سائدة على وجود التضليع .

أما صفة وجود الشبك على سطح الثمرة فهى صفة كمية يتحكم فيها خمسة أزواج – على الأقل – من العوامل الوراثية . ويختلف مقدرا الشبك ، وشكله ، وتوزيعه ، وسمكه اختلافاً كبيراً من صنف آخر .

٣ – اللون الخارجى للثمار الناضجة :

يسود لون الجلد الخارجى الأصفر على اللون الأخضر ، ويتحكم فى ذلك جين واحد . كما يوجد جين واحد آخر يفرق بين لون الجلد الأصفر واللون الكريمى ؛ حيث يسود اللون الأصفر على اللون الأبيض أو الكريمى ، وقد أعطى هذا الجين الرمز Y . كما يسود اللون الأخضر القاتم على اللون الأبيض ، ويتحكم فى هذه الحالة جين واحد يأخذ الرمز w . ويعتبر وجود تخطيط stripping بالسطح الخارجى للثمرة صفة بسيطة سائدة على عدم وجود التخطيط ، ويرمز لهذا الجين بالرمز st .

٤ – اللون الداخلى :

يعتبر لون اللُب الأبيض صفة متنحية يتحكم فيها جين واحد ، علماً بأن الألوان الأصفر والبرتقالى والوردى تسود على اللون الأبيض ، ويأخذ هذا الجين الرمز wf نسبة إلى لون اللب الأبيض white flesh .

كذلك يسود لون اللب الضارب إلى الحمرة على اللون الأخضر ، ويتحكم فى هذه الحالة جين واحد يأخذ الرمز gf ؛ نسبة إلى لون اللب الأخضر green flesh . ولا يكون جين لون اللب الضارب إلى الحمرة سائداً سيادة تامة فى كل الحالات ؛ حيث يمكن – أحياناً – تمييز النباتات الخليطة .

٥ – النكهة والطعم :

تتباين أصناف وسلالات الشمام – فى نكهتها وطعمها – تبايناً واسعاً ؛ فمنها طرز غير حلوة تستخدم فى الطهى فى الهند ، ومنها طرز صينية لها طعم التفاح ، ومنها الطرز الحلوة ذات النكهة المميزة المعروفة فى أصناف القاوون التجارية . وترجع النكهة المميزة إلى عديد من المركبات المتطايرة التى لم تأخذ نصيبها من الدراسة الكيميائية والوراثية .

أما نسبة السكر .. فهى تتراوح من ٣ ٪ إلى ١٨ ٪ ، وهى صفة كمية ؛ فضلاً على أن كل نوع من السكريات المسئولة عن الطعم الحلو للثمار تورث مستقلة (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) . وقد قدرت درجة توريث نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بحوالى ١٧ ٪ (Lippert & Hall ١٩٨٢) .

تكون ثمار بعض الطرز البرية مرة الطعم ، ويرجع ذلك إلى مركبات الكيوكربتسينات Cucurbitacins ، التى تعد مسئولة عن الطعم المر فى بادرات وأوراق النبات كذلك .

وقد وجد Lee & Janick (١٩٧٨) – لدى اختبارهما لتسعة وأربعين صنفاً من القاوون – أن اثنى عشر صنفا منها كانت ذات بادرات مرة الطعم ، ووجدا صفة المرارة بسيطة وسائدة . وقد أعطيا الجين الذى يتحكم فيها الرمز Bi .

٦ – نسبة الكاروتين :

وجد Aldel - Hafez وآخرون (١٩٨٤) من دراستهم على التهجين بين صنف الشمام قاهرة ٦ – الذى لا يحتوى إلا على آثار من الكاروتين – والصنف المحلى من العجور C. melo var. chate – الغنى بالكاروتين – أن صفة المحتوى المرتفع من الكاروتين سائدة جزئياً ، ويتحكم فيها زوج واحد من الجينات ذات التأثير الإضافى . وقدرت درجة توريث هذه الصفة على النطاق العريض بنحو ٩٤ ٪ ، وعلى النطاق الضيق بنحو ٨١ ٪ .

٧ – لون البذور :

يسود لون البذور الأبيض على اللون الضارب إلى الصفرة . ويتحكم فى هذه الحالة جين واحد يأخذ الرمز Wt ؛ نسبة إلى الصفة white testa .

أولاً : التربية للصلاحية للحصاد الآلى

تحصد حقول القاوون على مدى فترة زمنية طويلة تبلغ عدة أسابيع ؛ مما يجعله نباتاً غير مناسب للحصاد الآلى . ويرجع السبب فى طول فترة الحصاد إلى أن الثمار تحمل عند العقدتين الأولى والثانية للأفرع النباتية . ويكون الإثمار – عادة – فى دورتين أو ثلاث دورات منفصلة ، تستمر كل منها نحو أسبوع ، ويفصل كل منها عن الأخرى مدة ١٠ –١٤ يوماً ، بينما تبقى الفترة من العقد إلى نضج الثمار ثابتة تقريباً .

وقد اكتشفت طفرة من القاوون – هى Persia 202 – تميزت بالسلاميات القصيرة ، والنمو المندمج القائم ، والعقد القريب من قاعدة النبات ، والإنتاج الغزير المبكر المركز فى دورة واحدة . وقد أطلق على هذه الطفرة اسم عش الطائر Birdnest .

وقد قام Paris وآخرون (١٩٨٥) بنقل صفة عش الطائر إلى آباء الهجين التجارى جاليا Galia ؛ وبذا .. أمكن إنتاج نظير لهذا الهجين ، ولكنه ذو إنتاج غزير مبكر مركز ، وذو صفات بستانية مقبولة ، وأعطى هذا الهجين اسم D48 .

ويبدو – من الوجهة الفسيولوجية – أن نباتات هذه الطفرة تتوزع فيها المواد الغذائية المجهزة على الثمار العاقدة بالتساوى ، خلافاً لما يحدث فى النباتات العادية (McCollum وآخرون ١٩٨٧) .

ثانياً :التربية لمقاومة الملوحة

قام Shannon وآخرون (١٩٨٤) بتقييم ٣٩ صنفاً وسلالة من C. melo ؛ للقدرة على إنبات البذور ، وبزوغ البادرات فى محلول ملحى بتركيز – ٦ر٠ باراً (ضغط جوى) ، يتكون من مخلوط من كلوريد الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم ؛ بنسبة مولارية مقدارها ٢ : ١ . كما قيم الباحثون نمو البادرات فى مزرعة رملية تحت ظروف الصوبة ، كانت تروى فيها النباتات بمحلول مغذ ملحى يبلغ ضغطه الآسموزى – ٣ر٠ ، أو – ٧ر١ ، أو – ٣ر٣ باراً . وقد أدت الملوحة العالية إلى إنقاص النمو ، ولكن ظهرت اختلافات كبيرة بين الأصناف والسلالات المختبرة فى قدرة بذورها على الإنبات ، وبادراتها على النمو تحت ظروف الملوحة .

ومن ناحية أخرى ..اختبر Anastasio وآخرون (١٩٨٨) سبع سلالات من خمسة أنواع برية من الجنس Cucumis لمقاومة الملوحة ، ولم يعثروا على مقاومة تذكر فى أى منها .

التربية لمقاومة الآفات

١ - التربية لمقاومة الذبول الفيوزارى

يسبب الفطر Fusarium oxysporum f. melonis مرض الذبول الفيوزارى فى القاوون والشمام . وتتوفر المقاومة للفطر فى الصنف Iroquois ، الذى يعد المصدر الأساسى لصفة مقاومة المرض فى برامج التربية .

وقد نقلت المقاومة إلى عدد من الأصناف الفرنسية ؛ هى: Doublon ، و Orlinabel ، و Printalou ، و Piboub وجميعها من طراز الشارانتيه Charantais (I.N.R.A. - فرنسا) - وكذلك الصنف Perlita FR .

وقد توصل Zink & Gubler (١٩٨٥) من دراستهم على وراثة المقاومة للفطر فى كل من الصنفين Perlita FR ، و Doublon أن مقاومة سلالتى الفطر رقمى صفر ، و ٢ - الشائعين فى كاليفورنيا - يتحكم فيها - فى كل من الصنفين - جين واحد سائد ، ولكن الجين الموجود فى الصنف Doublon يختلف عن نظيره الموجود فى الصنف Perlita FR . وقد تمكن الباحثان (١٩٩٠) من تربية جيرمبلازم مقاوم للفطر من القاوون الشبكي ، يستخدم حالياً فى إنتاج هجن تجارية مقاومة . ويُذكر أنه يوجد ارتباط سالب بين شدة الإصابة بالذبول ومحتوى النبات من الكيوكربتسينات (عن Dixon ١٩٨١) .

وبالإضافة إلى المقاومة السابقة التى تتوفر فى النوع المزروع .. فقد اختبر Thomas & More (١٩٩٠) عدة أنواع أخرى برية ، ووجدا مستويات عالية جداً من المقاومة فى كل من النوعين C. figarei ، و C. zeyheri ، كما اختبرت أنواع أخرى تحت ظروف الحقل فقط ، وكانت على درجة عالية من المقاومة ، وهى : C. meeusii ، و C. dipsaceus ، و C. anguria var. longipes .

٢ - التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يسبب الفطران Erysiphe cichoracearum ، و Sphaerotheca fuliginea مرض البياض الدقيقى فى مختلف القرعيات بما فى ذلك القاوون . وتتوفر مقاومة المرض فى عدد كبير من أصناف وسلالات القاوون .

وبينما يحدد بعض الباحثين المقاومة بأنها للفطر الثانى (S. fuliginea) .. فإن بعضهم الآخر يذكر المقاومة للبياض الدقيقى دون ذكر لمسبب المرض .

يتحكم فى المقاومة للسلالة رقم ١ من الفطر S. fuliginea جين واحد سائد يأخذ الرمز Pm-1 . أما مقاومة السلالة رقم ٢ من الفطر فيتحكم فيها جين آخر ذو سيادة غير تامة يأخذ الرمز Pm-2 ، ويؤثر فيه زوجان آخران من العوامل الوراثية المحورة ؛ حيث يؤدى وجودهما معه إلى ظهور أقصى درجات المقاومة Extreme Resistance .

كما ذكرت ثلاثة جينات أخرى سائدة لمقاومة نفس الفطر ، يعتقد بأنها توفر المقاومة للسلالة رقم ١ ، وهى Pm-3 (يتوفر فى السلالة PI 124111) ، و Pm-4 ، و Pm-5 (يتوفران فى الصنف Seminole) (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) . إلا أن Cohen & Cohen (١٩٨٦) ذكرا أن السلالة P.I. 124111 تقاوم السلالة رقم ٢ من الفطر ، وأن المقاومة يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة .

وإلى جانب الجينات الخمسة السابقة .. اكتشف McCreight وآخرون (١٩٨٧) سبعة جينات إضافية لمقاومة السلالتين ١ و ٢ من نفس الفطر ، هى كمايلى :

(١) جين متنح يوفر المقاومة للسلالة رقم ١ ، وليس آليلياً للجين Pm-1 ، ويوجد فى النسل رقم 92417 .

(٢) جين آخر متنح يوفر المقاومة للسلالة رقم ١ كذلك ، وهو آليلى للجين المتنحى السابق، ولكن لا يعرف إذا ما كان الجينان متطابقين .

(٣) ستة جينات أخرى للمقاومة للسلالة رقم ٢ تتوفر فى كل من النسل رقم 92417 ، والسلالة P.I. 414723 ، و WMR 29 .

إلا أن الباحثين لم يدرسوا العلاقة الآليلية بين هذه الجينات السبعة والجينات

الخمسة السابقة .

وتبين – لدى اختبار ٤٣ صنفاً وسلالة من القاوون لمقاومة الفطر S. fuliginea – أن ٢٣ منها كانت مقاومة للسلالة رقم ١ من الفطر ، وأن ١١ أخرى كانت مقاومة لسلالتى الفطر رقمى ١ ، و ٢ ، ولكن لم تكن أى منها مقاومة لسلالة الفطر رقم ٢ وقابلة للإصابة بالسلالة رقم ١ (Cohen & Eyal ١٩٨٨) . وأكد الباحثان أن الجينات السائدة المسئولة عن المقاومة لسلالة الفطر رقم ١ تتوفر على النحو التالى : Pm-1 فى الصنف PMR 45 ، و Pm-3 فى السلالة P.I. 124111 ، وPm-4 فى السلالة P.I. 124112 . كما أكد الباحثان – أيضاً – أن المقاومة التى تتوفر ضد سلالة الفطر رقم ٢ فى سلالتى القاوون P.I. 124111 ، و P.I. 124112 هى سائدة جزئياً .

وفى دراسة وراثية أخرى استخدمت فيها السلالة P.I. 124111 كمصدر لمقاومة سلالتى الفطر رقمى ١ ، و ٢ .. وجد Kenigsbuch & Cohem (١٩٨٩) أن مقاومتها لسلالة الفطر رقم ١ يتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Pm-3 ، بينما مقاومتها لسلالة الفطر رقم ٢ يتحكم فيها جين آخر ذو سيادة غير تامة أعطى الرمز Pm-6 . ولم يكن هذان الجينان مرتبطين .

وقد أشار Abik & Ishii (١٩٨٣) إلى ظهور سلالة أو سلالات جديدة من الفطر المسبب للمرض قادرة على إصابة الأصناف القابلة للإصابة (مثل : Earl's Favorite) ، والمقاومة (مثل : Sunrise وغيره) على حد سواء .

ومن بين الأصناف التى قيمت فى مصر وأظهرت درجة عالية من المقاومة للإصابة الطبيعية بالبياض الدقيقى كل من : Edisto ، و No. 45 - SJ (وكلاهما من إنتاج شركة Asgrow للبذور) ، بينما أصيبت جميع الأصناف الأخرى المختبرة . (أبحاث غير منشورة للمؤلف ١٩٧٤) .

٣ – التربية لمقاومة البياض الزغبى

يسبب الفطر Pseudoperonospora cubensis مرض البياض الزغبى فى القاوون

وغيره من القرعيات الأخرى . وذكر أن المقاومة للفطر سائدة ، وأنه توجد علاقة بينها وبين مقاومة حشرة المن (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

وأوضحت دراسات أخرى أن المقاومة فى أربع سلالات من الإنديز الغربية كانت سائدة جزئياً ، وأن أكثر الأصناف مقاومة كان Smith's Perfect . وكانت أول السلالات الجيدة - التى ربيت لغرض المقاومة لمرض البياض الزغبى - هى السلالة MR-1 (التى تقاوم السلالتين ١ ، و ٣من الفطر المسبب للمرض) ، والتى انتخبت من السلالة رقم 90319 ، التى استمدت مقاومتها - بدورها - من السلالة P.I. 124111 ؛ وهى سلالة مقاومة لمرض البياض الدقيقى كذلك .

وقد أوضحت دراسات Kenigsbuch & Cohen (١٩٨٩) أن مقاومة سلالة القاوون P.I. 124111 للسلالة ٣ من الفطر سائدة جزئياً ، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية .

وقد وجد Thomas وآخرون (١٩٨٨) - لدى تلقيح السلالة المقاومة MR-1 مع الصنف القابل للإصابة Ananas Yokneen - أن مقاومة البياض الزغبى يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ذوا سيادة غير تامة ، أعطيا الرمزين Pc_1 ، و Pc_2 ، وقد كان الانعزال فى الجيل الثانى بنسبة ٦ قابل للإصابة : ٩ متوسط المقاومة : ١ مقاوم ، بينما كان الانعزال فى التلقيح الرجعى إلى الأب المقاوم بنسبة ٣ مقاوم : ١ قابل للإصابة ، وفى التلقيح الرجعى إلى الصنف القابل للإصابة بنسبة ٣ قابل للإصابة : ١ مقاوم .

وبالنسبة لطريقة تقييم المقاومة .. وجد Thomas وآخرون - أيضاً - فى دراسة أخرى (١٩٨٧) أن شدة الإصابة على الورقتين الحقيقيتين الأولى والثانية (معبراً عنها برقم زوجى تمثل فيه خانة الآحاد شدة الإصابة على الورقة الأولى ، وخانة العشرات شدة الإصابة على الورقة الثانية) تحت ظروف الصوبة يمكن أن تكون دليلاً على شدة الإصابة المتوقعة فى النباتات البالغة تحت ظروف الحقل . وقد عبر الباحثون عن شدة الإصابة على مقياس بأرقام من ١ - ٤ ، يمثل فيه الرقم ١ القابلية للإصابة ، بينما تمثل الأرقام ٢ - ٤ درجات متزايدة من المقاومة ، يقل فيها إنتاج الجراثيم تدريجياً .

٤ - التربية لمقاومة لفحة الساق الصمغية

يسبب الفطر Didymella baryoniae (= Mycospharella citrllina) مرض لفحة الساق الصمغية فى القاوون وغيره من القرعيات الأخرى .

وتتوفر المقاومة للفطر فى القاوون ، ويتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Mc_1 ، كما يتوفر جين آخر سائد يوفر درجة متوسطة من المقاومة ، ويأخذ الرمز Mc_2 . ويعتبر الصنف Gulf Coast من الأصناف التجارية المقاومة للمرض .

٥ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش الخيار

توجد مصادر مختلفة لمقاومة المرض الفيرسى تبرقش الخيار ، يوفر بعضها مقاومة لنقل الفيرس إلى النبات بواسطة حشرة المن ، ويوفر بعضها الآخر مقاومة للفيرس ذاته داخل النبات بعد نقله إليه . ويتحكم فى مقاومة السلالات العادية من الفيرس عدد قليل من الجينات المتنحية (عن Pitrart & Lecoq ١٩٨٠) .

وقد أنتجت سلالات القاوون ذات الثمار الشبكية Ano No.1 ، و Ano No.2 ، و Ano No.3 التى تتميز - إلى جانب مقاومتها لفيرس تبرقش الخيار - بمقاومة البياض الدقيقى ، والبياض الزغبى ، والذبول الفيوزارى ، والتصمغ (Takada ١٩٨٣) .

٦ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش البطيخ رقم ١ (فيرس تبقع البابابظ الحلقى)

تتوفر المقاومة لفيرس تبرقش البطيخ رقم ١ فى سلالة القاوون P.I. 180280 ، ويتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Wmv-1 (Webb ١٩٧٩) . كما اكتشفت المقاومة للفيرس فى السلالتين P.I. 202681 ، و P.I.292190 من النوع البرى C. metuliferus اللتين تقاومان - أيضاً - فيرس تبرقش الكوسة .

وقد وجد Provvidenti & Robinson (١٩٧٧) أن مقاومة السلالة الأخيرة (P.I. 292190) للفيرس يتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Wmv . كما أوضح Provvidenti & Gonsalves (١٩٨٢) أن هذه السلالة تقاوم كذلك فيرس تبقع البابابظ الحلقى

Papaya Ringspot Virus ، وأن هذه المقاومة بسيطة وسائدة ، وربما كان يحكمها نفس الجين المسئول عن المقاومة لفيرس تبرقش البطيخ رقم ١ ، أو جين آخر شديد الارتباط به .

وقد تبين - فيما بعد - أن ما يعرف باسم فيرس تبرقش البطيخ رقم ١ ما هو إلا سلالة من فيرس تبقع الباباظ الحلقى ؛ لذا .. تغير رمز الجين المسئول عن المقاومة إلى Prv .

وتبعاً لـ Pitrat (١٩٩٠) .. فإنه يوجد آليلان لهذا الجين ؛ هما : Prv^1 ، الذى يقاوم السلالة w من فيرس تبقع الباباظ الحلقى ، ويوجد فى سلالتى القاوون B66-5 ، و WMR 29 اللتين تستمدان مقاومتهما من P.I 180280 . وهذا الجين سائد على آليله Prv^2 الذى يتحكم فى المقاومة لسلالات أخرى من الفيرس ، ويوجد فى السلالة 72-025 التى تستمد مقاومتها من P.I. 180283 . وكلا الآليلين Prv^1 ، و Prv^2 سائد على آليل القابلية للإصابة Prv^+ .

٧ - التربية لمقاومة فيرس موزيك الزوكينى الأصفر

وجد Pitrat & Lecoq (١٩٨٤ أ ، ب ، جـ) أن سلالة القاوون الهندية الأصل P.I.414723 مقاومة لسلالتى الفيرس E15 اللتين تتميزان بغياب شفافية العروق والاصفرار) ، و 1318 (التى تحدث ذبولاً وتحللاً بالنباتات) . وأوضحت الدراسات الوراثية أن مقاومة السلالة E15 يتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Zym ، ويتفوق على الجين Fn ، الذى يتحكم فى حالة الذبول والتحلل ، التى تظهر عقب الإصابة بسلالة الفيرس 1318 .

وأظهرت دراسات الارتباط أن الجين Zym مستقل فى وراثته عن الجينات : Fom-1 ، و Fom-2 ، و Prv ، و Fn ، و Vat ، ولكنه يرتبط بالجين a المسئول عن حالة ظهور أزهار مذكرة وأزهار خنثى Andromonoecy بمقدار ١ر١٣ ± ٤ر٢ وحدة عبور .

٨ - التربية لمقاومة فيروسات الاصفرار

يصاب القاوون بعدد من الفيروسات التى تسبب اصفراراً بين العروق فى الأوراق القاعدية للنبات ، ثم تتقدم الأعراض - تدريجياً - نحو الأوراق الأحدث فالأحدث ، إلى أن تشمل النبات كله .

يسبب هذه الأعراض كل من فيرس اصفرار الخس المعدى Lettuce Infectious yel-lows Virus فى كاليفورنيا ، الذى ينتقل بواسطة الذبابة البيضاء Bemisia tabaci (Nameth وآخرون ١٩٨٥) ، وفيرس اصفرار البنجر الكاذب Beet Pseudo Yellows Virus (عن Duffus وآخرين ١٩٨٦) ؛ وفيروسات لم تحدد هويتها بعد فى كل من فرنسا (Lot وآخرون ١٩٨٠) وإسبانيا (Soria & Gomez - Guillamon ١٩٨٩) - وجميعها تنتقل بواسطة الذبابة البيضاء Trialeurodes vaporaiorum - والإمارات العربية المتحدة (Hassan & Duffus ١٩٩١) .

ونظرا لإصابة جميع الأصناف التجارية المعروفة فى الدول التى سبقت الإشارة إليها بهذه الفيروسات .. فقد اتجه البعض إلى تقييم الجيرمبلازم العالمى للقاوون ، والأنواع البرية القريبة . ففى إسبانيا .. وجد Esteva وآخرون (١٩٨٨) ، و Soria وآخرون (١٩٨٩) مستوى عالياً من المقاومة - للفيرس المنتشر هناك فى زراعات القاوون المحمية - فى عدة سلالات من الأنواع البرية : C. africanus ، و C. meeusii ، و C. dipsaceus ، و C. anguria var. anguria ، و C. anguria var. longipes ، و C. zeyheri ، و C. figarei ، و C. myriocarpus ، و C. melo var. agrestis .

ويذكر الباحثون أن صنف القاوون Nagagata Kim Makuwa والسلالتين P.I. 161375 ، و P.I. 157084 تتحمل الإصابة بالفيرس .

وفى الإمارات العربية .. قيم Hassan وآخرون (١٩٩٠) ٩٦٨ صنفاً وسلالة من C. melo ، ولم يعثروا على أى مصدر للمقاومة ، إلا أن بعض السلالات كانت إصابتها طفيفة ومتأخرة ، وصنفت على أنها قادرة تحمل الإصابة ، وهى : P.I. 179922 ، و P.I. 211116 و P.I. 229555 ، و P.I. 255478 ، و P.I. 255953 ، و P.I. 288233 ، و 292007 ، و P.I. 353451 ، و P.I. 378062 ، و P.I. 378064 ، و P.I. 381766 ، و P.I. 390452 ، و P.I. 401624 ، و P.I. 403994 .

٩ - التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى عدة أنواع برية من الجنس Cucumis ؛ منها النوعان C. anguria ، و C. metuliferus (عن Fassuliotis & Nelson ١٩٨٨) . كما تتوفر المقاومة لنوع النياتودا Meloidogyne hapla كذلك فى النوع C. metuliferus (Walters وآخرون ١٩٩٠) .

١٠ - التربية لمقاومة حشرة المن

تتوفر المقاومة ضد الإصابة الطبيعية بمن القطن Aphis gossypii فى بعض سلالات القاوون مثل L.J. 90234 (المتحصل عليها من P.I. 17511) (Bohn وآخرون ١٩٧٢) ، والسلالة P.I. 414723 . ويتحكم فى هذه المقاومة جين واحد سائد أعطى الرمز Ag يجعل النبات خاليا من تجعدات الأوراق عقب الإصابة ، ولكن توجد جينات أخرى تتحكم فى القدرة على تحمل الإصابة (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) كما تتوفر مصادر أخرى لمقاومة النقل الحشرى لأى فيرس بواسطة الحشرة فى كل من السلالات الهندية المنشأ P.I. 161375 ، و P.I. 164320 ، و P.I. 414723 ، والأصناف اليابانية Ginsen Makuwa، و Kanro Mukuwa ، و Shiroubi Okayama .

وأوضحت دراسات Pitrat & Lecoq (١٩٨٠) أن مقاومة السلالة P.I. 161375 تعتمد على عدم تفضيل الحشرة للتغذية عليها ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ، أعطى الرمز Vat؛ نسبة إلى وصف فعل الجين Virus aphid transmission resistance . ولكن فعل هذا الجين لا يقتصر - فقط - على منع نقل الأمراض الفيرسية بواسطة حشرة المن ، وإنما يتعداه إلى مقاومة الحشرة ذاتها .

وقد قيم Pitrat وآخرون (١٩٨٨) ٧٢ سلالة من القاوون (أصناف بلدية) ، وعثروا على مقاومة الحشرة فى ثلاث سلالات أخرى ؛ هى : Invernizo،Ariso ، و Escrito . وقد أوضحت الدراسات الوراثية على الصنفين الأول والثانى أنهما يحتويات على نفس جين المقاومة Vat ، كما كانت السلالات الثلاث مقاومة لكل من فيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ (الذى يعرف حالياً باسم فيرس تبرقش البطيخ) ، وفيرس تبرقش الزوكينى الأصفر - اللذين

ينـتـقلان بواسطة المن - مما يؤكد صلة الجـين Vat بالمقاومة للنقل الحشرى للفيروسات .

١١ - التربية لمقاومة خنافس الخيار

وجد Chambliss &Cuthbert (١٩٦٨) مـقـاومـة حشرة خـنفساء الخـيار المخططة Diabrotica balteata فى عـدة سـلالات من القـاوون وعـدة أصناف منهـا : Eden Gem ، وFlorida 67 ، و Florida 84 ، و Golden Gate ، و Hale's Best ، و Perfected Perfecto ، و Rio Gold 65 ، و Sierra Gold .

ويذكر أن مقاومة خنافس الخيار (ثلاثة أنواع من الخنافس) يتحكم فيها جين واحد متنح يأخذ الـرمز cb . يتـفـاعل هذا الجين مع الجين Bi المسئول عن المرارة فى النموات الخضرية ؛ بحيث يكون التركيب الوراثى bi bi cb cb أكثر مقاومة للخنافس (Nugent وآخرون ١٩٨٤) .

وكان Sharma & Hall (١٩٧١) قد وجدا علاقة إيجابية بين تغذية حشرة خنفساء الخيار المبقعة وبين محتوى ١٨ صنفاً وسلالة - من خمسة أجناس من القرعيات - من عدة مكونات هى : الكيوكربتسينات ، والسكريات ، وحامض البالمتك ، وحامض اللينولينك .. وكانت الكيوكربتسينات (وهى المركبات المسئولة عن المرارة) أهمها فى هذا الشأن ، حيث أمكن جعل الأصناف غير المفضلة لتغذية الحشرة مفضلة لها بمعاملتها بهذه المركبات .

ولمزيد من التفصيل عن وراثة وتربية القاوون .. يراجع Whitaker & Jagger (١٩٣٧)، و Robinson & Whitaker (١٩٧٤) ، و Whitaker & Bemis (١٩٧٦) ، و Robinson وآخرون (١٩٧٦) ، و Pitrat وآخرون (١٩٩٠) .

تربية الخيار

يعـتبر الخيار مـن محاصيل الخضـر الهامة التـابعة للعائلة القـرعية ، ويسمى بالإنجليـزية Cucumber ، أما اسمه العلمى فهو Cucumis sativus var. sativus .

الموطن وتاريخ الزراعة

من المعتقد أن موطن الخيار فى شمـالى الهند ؛ حيث ينمو هناك الصنف النـباتى

C. sativus var. hardwickii الذى يعتقد أنه الأصل البرى للخيار المزروع .

ومن الجدير بالذكر أن الخيار يحتوى على سبعة أزواج من الكروموسومات ؛ وهو بذلك يختلف جذرياً عن الأنواع الأخرى التابعة للجنس Cucumis التى تحتوى على ١٢ زوجاً من الكروموسومات ، والتى يعتقد أن موطنها فى أفريقيا الاستوائية .

ولقد عرف الخيار فى عصر قدماء المصريين (الأسرة الثانية عشرة) ، كما كان معروفاً لدى اليونانيين والرومان ، وأدخل إلى الصين قبل القرن السادس الميلادى ، وزرع على نطاق واسع فى أوروبا قبل أن ينتقل إلى أمريكا بعد اكتشافها (Pursegovlve ١٩٧٤) .

السيتولوجى والأنواع البرية والقريبة والهجن النوعية

إن الخيار أحد أنواع الجنس Cucumis الذى ينتمى إليه القاوون كذلك ؛ ولذا .. فإن مناقشة هذا الموضوع لا يمكن أن تكون بمعزل عن القاوون ، وهو ماسبق أن أوردناه .

يعتبر الخيار أقل القرعيات المزروعة فى عدد الكروموسومات ، وفيه ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسوماً . وتظهر - أحياناً - نباتات أحادية من الخيار . ويسهل تعرف البنور التى تحتوى على أجنة أحادية باختبار الطفو على الماء ؛ لأنها تكون ضمن البنور الطافية (Robinson & Whitaker ١٩٧٤) .

يعتبر الصنف النباتى C. sativus var. hardwickii أقرب الطرز البرية إلى الخيار . ينمو هذا الصنف النباتى فى جبال الهيمالايا ، وتتميز نباتاته بأنها أكبر وأكثر تفرعاً من الخيار . فبينما تتكون الفروع الأولية (التى تخرج من الساق الرئيسية) والثانوية (التى تخرج من الفروع الأولية) وفروع المستوى الثالث (التى تخرج من الفروع الثانوية) بشكل روتينى فى الصنف النباتى hardwickii .. فإن الخيار لا يتكون به سوى عدد قليل من الفروع الأولية . وثمار هذا الصنف النباتى صغيرة ، بيضية الشكل ، وشديدة المرارة ، وتبرز منها أشواك قليلة حادة . وعلى خلاف الخيار .. فإن نمو أول الثمار البذرية (أى التى تنمو فيها البنور لتكمل نضجها) فى الصنف النباتى hardwickii لا يمنع تكوين ثمار أخرى ؛ ولذا .. فإن هذا الصنف النباتى يمكن أن يحمل - فى المتوسط - نحو ٨٠ ثمرة بكل نبات فى ظروف النهار القصير .

يعتـقد أن الصـنف النـباتى hardwickii هـو الأصـل البـرى للخيار كمـا أسلفنا ، وهـمـا يُلقّحان مـعـاً بسهولة تـامة ، والجيل الأول بينـهما قـوى النـمو ، وكامل الخصـوبة (عن Delaney & Lower ١٩٨٧) .

ومن المعروف أن الخيار ، والقاوون ، والنوعين البريين C. metuliferus ، و C. zeyheri لا يـلقـح بعـضـهـا بعضـاً ، إلا أن Custers & Den Nijs (١٩٨٦) وجدا اختـلافـات وراثيـة بين نباتـات النـوع C. zeyheri فى القدرة على التلـقيح بنجاح مع كل مـن النـوعين : C. metuliferus ، و C. sativus .

أساسيات التداول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

تحمل معظم أصناف الخيار أزهاراً مذكرة وأزهاراً مؤنثة ؛ أى إنها تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن : monoecius . إلا أنه توجـد أصناف قليلة تحـمل أزهاراً مـذكـرة وأزهاراً خنثى على نفس النبـات – أى تكون andromonoecious – وأصناف أخرى كثيرة تحمل أزهاراً مؤنثة فقط ، وتعرف بأنها gynoecious مثل معظم أصناف الزراعات المحمية .

تحمل الأزهار المؤنثة مفردة عادة فى آباط الأوراق ، ولو أنه قد تتكون أحيـانا زهرتان مؤنثتـان أو أكثر فى إبط الورقة الواحدة . أمـا الأزهار المذكرة .. فتحمل غالباً فى عناقيد من خـمس أزهـار فى آباط الأوراق الأخـرى ، وتكون الزهرة المؤنـثـة سـفليـة ؛ حـيث يظهـر المبيض بوضوح أسفل الكأس والتويج .

ويتكون الكأس من خـمس سـبـلات ، ويتكـون التـويج من خـمس بتـلات صـفـراء ، وتكون الأسدية فيها أثرية ، أما المتا ع .. فيتكون من مبـيض به ٤ –٥ مساكن ، وقلم قصير سميك. وتوجد بكل مـسكن عدة صـفوف طوليـة من البويضـات . والأزهار المذكرة ذات عنق طويل ، وتتشـابه مع الأزهـار المؤنثه فى الكأس والتويج ، وتختلف عنها فى احتوائها على مـحيط من ثلاث أسـدية ، تحتـوى إحداها على متك واحد ، وتحـتوى كل من السداتين البـاقيـتين على متكين ، كما لا تحتوى الزهرة المذكرة على متا ع (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

يكون ميسم الزهـرة مستعداً لاستقبال حبوب اللقاح طول اليوم الذى تتفتح فيه الزهرة ،

ولكن ينتهى التلقيح – غالباً – قبل الثالثة عصراً ، وأنسب وقت هو فى الصباح الباكر . وتبلغ نسبة التلقيح الخلطى فى الخيار من ٦٥ – ٧٠ ٪ ، وهو يتم بواسطة الحشرات . ويعتبر نحل العسل من أهم الحشرات الملقحة ، وهو يزور الأزهار لجمع الرحيق وحبوب اللقاح ، ابتداء من الساعة الثامنة صباحاً إلى منتصف النهار ، وقد تمتد زيارة النحل للأزهار حتى بعد الظهر فى الجو البارد .

يجب أن تصل عدة مئات من حبوب اللقاح إلى كل زهرة حتى يحدث إخصاب كامل ، ويتطلب العقد الجيد أن يزور النحل كل زهرة ٨ –١٠ مرات . ويزيد عدد البذور فى الثمرة مع زيادة عدد زيارات النحل حتى ٤٠ – ٥٠ زيارة لكل زهرة (McGregor ١٩٧٦) .

ثانياً : الثمار والبذور

يكون لون الثمار أخضر قبل النضج ، ثم يتحول إلى أبيض مصفر ، أو بنى بعد النضج. تبدو مساكن المبيض فى القطاع العرضى كمثلث ، وتمتلىء المساكن بالبذور والمشيمة ، وتوجد طبقة سميكة نسبياً من اللب الأبيض المخضر بين المشيمة وجلد الثمرة . وتوجد على الثمار أشواك صغيرة (spines) ، تكون غالباً بيضاء اللون فى الأصناف التى تؤكل طازجة ، وسوداء فى أصناف التخليل pickling varieties ، ثم يتغير لون هذه الأشواك عند النضج إلى اللون الأبيض المصفر وإلى الأصفر الذهبى أو البرتقالى أو البنى فى مجموعتى الأصناف على التوالى وقد تكون الأشواك غير ظاهرة فى بعض الأصناف .

تحتوى الثمرة الواحدة على ٤٠٠ – ٦٠٠ بذرة . البذرة الناضجة منضغطة وبيضاوية ذات أطراف مدببة ، وسطحها ناعم ، ولونها كريمى ، وغلاف البذرة سميك ، ويحتوى بداخله على الإندوسبرم والجنين ، وتشغل الفلقتان معظم حجم البذرة .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى والخلطى

لاتختلف طريقة إجراء التلقيحات اليدوية الذاتية أو الخلطية فى الخيار عما سبق بيانه بالنسبة للبطيخ ، مع مراعاة مايلى :

١ – بدء التلقيحات عند ظهور أول زهرة مؤنثة على النبات ، بدلاً من الانتظار إلى أن يصبح النبات فى حالة إزهار تام .

٢ – بدء التلقيحات فى الصباح ، وعدم إجراء تلقيحات بعد الظهر إلا لاستكمال عمل بدأ فى الصباح .

٣ – التنبه إلى أن حبوب اللقاح لا تنتثر فى درجة حرارة تقل عن ١٧°م ، وأن أنسب مدى حرارى لانتثارها هو من ١٨ – ٢١°م .

وقد ذكر Munger (١٩٨٨) أن زهرة الخيار المؤنثة تبقى مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح خلال فترة الصباح إلى منتصف النهار فى المناطق الباردة ، وتمتد الفترة إلى وقت متأخر بعد الظهر فى المناطق الحارة (كما فى الفليبين) ، وإلى مابعد ظهر اليوم التالى لتفتح الزهرة فى البيوت المحمية المدفأة (كما فى إثيكا – نيويورك) .

رابعاً : إنتاج الهجن التجارية

تنتج أصناف الخيار الهجين بتلقيح السلالات المرباة داخلياً المتآلفة معاً . وبرغم أن سلالات الخيار المرباة داخلياً لا تعانى أى ضعف فى قوة النمو ، إلا أن قوة الهجين تظهر فى الهجن بدرجة عالية (Robinson & Whitaker ١٩٧٤) . ويعرف خمسة جينات للعقم الذكرى فى الخيار ، هى : الجين ms-1 الذى يقلل – أيضاً – من خصوبة أعضاء التأنيث . والجين ms-2 الذى يقتصر تأثيره على العقم الذكرى ، والجين cl الذى يؤدى إلى غلق الأزهارسواء أكانت مذكرة أم مؤنثة ، والجين ap (apetalous) الذى يحول الأسدية إلى تراكيب تشبه السبلات ، والجين gi (ginko leaf) الذى يحدث عقماً ذكرياً أيضاً . وبرغم ذلك .. فإن أياً من هذه الجينات لا يستفاد منها فى إنتاج بدور الهجن التجارية ، وهى العملية التى تعتمد – أساساً على ظاهرة انفصال الجنس (Pierce & Wehner ١٩٩٠) .

ويستفاد وعند إنتاج هجن الخيار من ظاهرة انفصال الجنس كمايلى :

١ – عندما تكون الأمهات وحيدة الجنس وحيدة السكن monoecious :

تنتج الهجن فى هذه الحالة بالتلقيح اليدوى ؛ حيث تنقل حبوب اللقاح من الأزهار المذكرة لسلالات الآباء إلى مياسم الأزهار المؤنثة لسلالات الأمهات ، مع انتفاء الحاجة إلى عملية الخصى ؛ لوجود الأزهار المذكرة منفصلة عن الأزهار المؤنثة ، ولكن الاحتياطات اللازمة تتخذ – قبل التلقيح وبعده – لمنع وصول حبوب لقاح غير مرغوبة إلى الأزهار الملقحة .

٢ – عندما تكون الأمهات أنثوية الأزهار فقط gynocious :

تستخدم الأمهات الأنثوية فى إنتاج أكثر هجن الخيار فى الوقت الحاضر ؛ لسببين ؛ هما :

أ – السهولة البالغة لإنتاج الهجن عند الاعتماد على هذه الظاهرة ؛ مما جعل إنتاج الهجن التجارية أمراً اقتصادياً .

ب – لأن صفة الأنوثة (أى حمل النبات لأزهار مؤنثة فقط) صفة سائدة تظهر فى الجيل الأول الهجين ؛ وبذا .. يكثر إنتاجه من الثمار ، ويزيد محصوله تبعاً لذلك .

يستخدم فى هذه الحالة سلالات وحيدة الجنس وحيدة المسكن كآباء لتلقيح سلالات الأمهات الأنثوية . ويكون فى حقل إنتاج بذور الهجن خط من الأب مقابل كل أربعة خطوط من الأم ، ويجب أن يبعد حقل إنتاج البذور عن أى حقل آخر مزروع بالخيار بمسافة لا تقل عن كيلو متر . يراعى توافق موعد الإزهار بين سلالتى الأب والأم ، ويترك الحقل للتلقيح الطبيعى . ويحسن قلب خطوط سلالة الأب فى التربة قبل حصاد ثمار الهجن التى تكون محمولة على نباتات السلالة الأم . يبلغ محصول البذور الهجين – عند إنتاجها بهذه الطريقة – حوالى ١٢٥ – ١٥٠ كجم / فدان (George ١٩٨٥) .

وتتباين السلالات المؤنثة فى مدى أنوثتها ؛ ومن ثم فى مدى ظهور هذه الصفة فى الهجن . وبذا .. فإن سلالات الأمهات والهجن ربما لا تكون كاملة الأنوثة ، وإنما تظهر بها بعض الأزهار المذكرة ؛ أى تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن ، ولكن بنسبة منخفضة من الأزهار المذكرة . ولاتعد هذه الحالة أمراً مرغوباً فى سلالات الأمهات ، أو فى الهجن التجارية ، خاصة فى هجن التصنيع التى تحصد آلياً . وقد أوضحت دراسات More & Munger (١٩٨٦) أن ثبات حالة الأنوثة فى الجيل الأول صفة ذات سيادة غير تامة .

وللتأكد من عدم ظهور أية أزهار مذكرة على نباتات سلالات الأمهات .. يلزم رشها مرتين بالإثيفون ؛ بتركيز ٢٥٠ جزءاً فى المليون . تكون الرشة الأولى فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الأولى ، والرشة الثانية فى مرحلة تكوين الورقة الحقيقية الخامسة . كما يلزم المرور

على نباتات الأمهات لفحصها وإزالة أية أزهار مذكرة قد تظهر عليها يدوياً . وطبيعى أن هذه العملية لا تفيد فى التخلص من الأزهار المذكرة فى الهجن ذاتها .

وقد وجد أن استعمال سلالات آباء ذكرية (أى تحمل أزهاراً مذكرة فقط) androecious يؤدى إلى زيادة نسبة الأزهار المؤنثة فى الهجن . كما أدى استعمال سلالات آباء خنثى (أى تحمل أزهاراً كاملة فقط) hermaphrododitic إلى إنتاج هجن عالية المحصول، ومتجانسة فى موعد الإزهار وفى صفات الثمار .

ويذكر Pike & Mulkey (١٩٧١ ، ١٩٧١ أ) أن التهجين بين سلالة الخيار الخنثى TAMU 950 والسلالات المؤنثة أنتج هجناً كاملة الأنوثة . كذلك حاول البعض إنتاج هجن أنثوية بتلقيح سلالات أنثوية gynoecious مع بعضها البعض ، بعد تحفيز سلالات الآباء على تكوين أزهار مذكرة بمعاملة نمواتها الخضرية بنترات الفضة ، أو بمركب أمينو إيثوكسى فنيل جليسين aminoethoxyvinylglycine ، إلا أن ضعف إنتاجية حبوب اللقاح ظل عاملاً غير مساعد على إنتاج الهجن بهذه الطريقة .

وقد حدا ذلك بـ Staub وآخرين (١٩٨٦) إلى استخدام آباء تحمل أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى andromonoecious . وبمقارنة هذه الآباء بآباء أخرى خنثى gynoecious ذات أصول وراثية متشابهة near isogenic lines .. عوملت نباتاتها بنترات الفضة لتحفيزها على إنتاج حبوب اللقاح .. لم يجد الباحثون فروقاً معنوية بين الهجن الناتجة من أى من طرازى سلالات الآباء فى الحالة الجنسية ، أو المحصول ، أو شكل الثمرة ، أو العيوب ، أو خاصية الصلاحية للتخليل .

وسواء أستخدمت السلالات الأنثوية كآباء أم كأمهات .. فإنه يلزم دفعها إلى تكوين أزهار مذكرة ؛ ليمكن استعمالها كآباء ، وليمكن إكثارها جنسياً بحالة أصلية . وقد كانت الطريقة المتبعة لتحقيق ذلك هو رشها مرتين أو ثلاث مرات بالجبريللين بتركيز ١٥٠٠ جزء فى المليون ، مع إعطاء أول رشة عند بداية ظهور الورقة الحقيقية الأولى ، والرشات التالية على فترات أسبوعية بعد ذلك ، أو الرش ثلاث مرات بالـ $GA_{4/7}$ بتركيز ٥٠ جزءاً فى المليون ، ابتداء من مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية ، ثم كل أسبوعين بعد ذلك ، لكن سلالات الخيار تختلف فى مدى استجابتها لهذه المعاملات .

وقد وجدت مركبات أخرى أكثر فاعلية من الجبريللين فى هذا الشأن ؛ مثل نترات الفضة ، وأمينو إيثوكسى فنيل جليسين ، علماً بأن لموعد المعاملة بأى من هذين المركبين والتركيز المستعمل أهمية كبيرة فى تحديد العقدة التى يبدأ عندها التحول من إنتاج الأزهار المؤنثة إلى إنتاج الأزهار المذكرة . كما أن تأثير أيون الفضة (الذى يثبط - بشدة - فعل الإيثيلين) يتأثر بالضوء ، وتختلف السلالات فى استجابتها للمعاملة .

وقد وجد More & Munger (١٩٨٦) أن أكثر معاملات نترات الفضة تأثيراً كانت الرش بتركيز ٢٥٠ جزءاً فى المليون فى مرحلة الورقة الحقيقية الأولى . وأدى الرش مرة أخرى - فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الثانية - إلى إنتاج أعلى نسبة من الأزهار المذكرة . كما أوضح Kasrawi (١٩٨٨) أن رش نباتات الخيار صنف ديالا - مرتين - بنترات الفضة ؛ بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون (كانت الرشة الأولى فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى ، والرشة الثانية بعد أسبوع من الأولى) .. أعطى أكبر عدد من الأزهار المذكرة . هذا .. وكان Hunsperger وآخرون (١٩٨٣) قد تمكنوا من تحويل سلالات الخيار الأنثوية إلى ذكرية ، برش النباتات ٣ - ٤ مرات بنترات الفضة بتركيز ٢٠٠ - ٤٠٠ جزء فى المليون ، مع إعطاء أول رشة فى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الأولى ، والرشات التالية كل أربعة أيام بعد ذلك .

خامساً : استخلاص البذور

تستخلص بذور الثمار الناتجة من التلقيحات فى برامج التربية يدوياً . أما بذور المربى ، وبذور الهجن التجارية .. فتستخلص من ثمارها آليا .

وقد صمم Wehner وآخرون (١٩٨٣) آلة لاستخلاص البذور على النطاق الضيق ، يمكنها استيعاب نحو ١٠٠ ثمرة فى الدقيقة ، وتستخدم فى عمليات إنتاج البذور التى تقل مساحتها عن هتكار.

سادساً : التضاعف

إن الخيار نبات ثنائى ، ولكن أمكن مضاعفة كروموسوماته بنقع البذور فى محلول الكولشيسين ؛ بتركيز ٥ر٠ - ٠ر١ ٪ لمدة ٦-٢٤ ساعة فى درجة حرارة ٢١°م . وقد

أحدث التضاعف التأثيرات التالية :

١ - انخفض المحصول إلى النصف .

٢ - انخفضت خصوبة النباتات إلى الخمس ، وذلك من واقع مقارنة عدد البذور المكتملة الحيوية بالثمار .

هذا .. بينما لم يؤثر التضاعف فى طعم الثمار بأية درجة ملحوظة (Smith & Lower ١٩٠٣) .

سابعاً:استخدام مزارع البروتوبلازم فى إنتاج الهجن النوعية الصعبة

أجرى Tang & Punja (١٩٨٩) دراسـات على زراعـة ودمج بروتوبلازم الخـيـار مع السلالة P.I. 292190 من C. metuliferus ، وهى سلالة مقاومة لكل من نيماتودا تعقد الجذور ، وفيرس موزيك الزوكينى الأصفر ، وفيرس موزيك البطيخ رقم ١ .

وراثة الصفات البستانية والتربية لتحسين المحصول وصفات الجودة

أولاً : الصفات التى تجعل نبات الخيار مناسباً للدراسات الوراثية

يتميز نبات الخيار بعديد من الصفات التى تجعله مناسباً للدراسات الوراثية ، وهى كمايلى :

١ - يحتوى نبات الخيار على أقل عدد من الكروموسومات بين جميع أنواع القرعيات المزروعة ؛ الأمر الذى يسهل دراسات الارتباط .

٢ - يمكن الحصول على مستويات مختلفة من التضاعف .

٣ - دورة حياة النبات قصيرة ، ويمكن زراعة ثلاثة أجيال سنوياً .

٤ - تسهل زراعة النبات وإنتاجه فى الحقل والصوبة ، ويمكن إكثاره جنسياً وخضرياً .

٥ - يزهر النبات على مدى فترة زمنية طويلة نسبياً ؛ مما يسمح بإجراء التلقيحات بين النباتات التى تتفاوت فى موعد الإزهار .

٦ - الأزهار كبيرة نسبياً ، ويمكن تلقيحها بسهولة ، ولا يلزم إجراء عملية الخصى فى معظم الأصناف ، إذ إنها وحيدة الجنس وحيدة المسكن .

٧ - يمكن إجراء عدد من التلقيحات وإنتاج عدة ثمار بكل نبات ، والعقد جيد ، وتحتوى

كل ثمرة على عدد كبير من البذور التى يسهل استخراجها .

٨ - تنتج السلالات المرباة داخلياً دون مشاكل .

٩ - لا توجد ظاهرة عدم التوافق .

١٠ - تحتفظ البذور بحيويتها لفترات طويلة نسبياً ، ولا تمر بفترة راحة قبل إنباتها (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

ثانياً : طفرات البادرات والجينات المعلمة

تحدث الطفرات التى يكون بها نقص فى الكلوروفيل بصورة تلقائية ، ومعظمها طفرات بسيطة متنحية . ويكون بعض هذه الطفرات مميتاً مثل طفرة الأوراق الفلقية الذهبية golden cotyledon (gc) ، والطفرة المميتة المتنحية pale lethal (pl) ، وطفرة نقص الكلوروفيل chlorophyl deficient (cd) .. إلا أن طفرات أخرى كثيرة يتكون بها ما يكفى من الكلوروفيل لبقائها حية ؛ مثل طفرات الأوراق الذهبية golden leaves (g) ، والأوراق الفلقية الصفراء yellow cotyledons (yc-1 ، و yc-2) ، والنبات الأصفر yellow plant (yp) . أما الطفرة الحساسة للضوء light sensitve (ls) .. فإنها تموت إذا عرضت لأشعة الشمس المباشرة لمدة أسبوع واحد فى أى عمر ، ولكنها تبقى حية إذا كان تعرضها للضوء بشكل غير مباشر . وقد حصل Whelan (١٩٧٢) على هذه الطفرة بعد تعريض بذور الخيار لجرعة مقدارها ١٦٠٠٠ راد من أشعة جاماً ، وهى ذات تأثير متعدد . فإلى جانب حساسيتها لضوء الشمس المباشر.. فإن الأوراق الفلقية تكون صغيرة وباهتة اللون ، والنباتات بطيئة النمو وقصيرة ، وسلامياتها قصيرة ، وأعناق الأوراق قصيرة ، والأوراق والأزهار والثمار صغيرة .

وتوجد طفرات أخرى تظهر بوضوح فى طور البادرة كذلك ، وتصلح لأن تكون مُعلِّمات وراثية genetic markers ؛ ومن أمثلتها مايلى :

١ - طفرات قوية النمو وكاملة الخصوبة ؛ مثل طفرتى الأوراق الملساء glabrous (gl) ، و glabrate (glb) ، وطفرة الأوراق المجعدة crinkled feaf (cr) .

٢ - طفرات خصبة نسبياً ؛ مثل الأوراق الفلقية الملتفة إلى الوراء revolute cotyledon (rc) .

٣ – طفرات عقيمة – نسبياً – مثل : طفرة الورقة الفلقية المتقزمة stumted cotyledon (sc) ، وطفرة الورقة المروحية ginko leaf (gi) .

ثالثاً : صفات النبات

١ – طبيعة النمو :

يتحكم فى صفة النمو المحدود جين واحد متنح ، يأخذ الرمز de ؛ نسبة إلى الصفة determinate ، وإن كان البعض يعتقد أن هذا الجين ذو سيادة غير تامة . ويتأثر فعل الجين بجين آخر محور هو In - de .

ويوجد جين آخر متنح يجعل النبات خالياً من القمة لدى تعرضه لصدمة حرارية temper- ature shock ، ويأخذ هذا الجين الرمز bl نسبة إلى الوصف الذى يتميز به هذا النبات وهو " blind " . ويمنع تكوين المحاليق tendrils جين واحد متنح يأخذ الرمز td ، له تأثيرات أخرى فى تركيب الثمرة والورقة .

وبالنسبة لطول النبات .. فإن الجين السائد T يتحكم في صفة النبات الطويل tall ، ويتحكم الجين المتنحى cp فى صفة النمو المندمج compact ، والجين المتنحى dw فى صفة النمو المتقزم dwarf . ويؤدى كل من الجينين الأخيرين إلى تقصير سلاميات النبات .

وجدير بالذكر أن النباتات المندمجة cp cp تكون شديدة التقزم ، ولا يزيد حجم بنورها على ثلث حجم بنور النباتات التى التى تحمل الآليل السائد Cp .

كما أن الجين de الخاص بالنمو المحدود يؤثر فى طول السلاميات ، ولكنه لا يؤثر فى عددها (Kauffman & Lower ١٩٧٦) . أما الجين in-de .. فيؤدى وجوده بحالة متنحية أصيلة مع الجين de إلى جعل النباتات متقزمة ، وكثيرة الأوراق (George ١٩٧٠) . ولجميع هذه الجينات أهمية خاصة عند التربية للصلاحية للحصاد الآلى .

٢ – حالة الجنس :

تتوفر فى الخيار جميع حالات الجنس ، وهى إنتاج أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة على نفس النبات (وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious) ، وإنتاج أزهار مؤنثة فقط

(أنثوية gynoecious) ، وإنتـاج أزهار مـؤنثـة وأزهار كـاملة (gynomonoecious) ، وإنتاج أزهار مـذكرة وأزهار كامـلـة (andromonoecious) ، وإنتـاج أزهار كـاملة فـقـط (hermaphroditic) ، وإنتاج أزهار مذكرة وأزهار مؤنثة وأزهار كاملة (trimonoecious) ، وإنتاج أزهار مذكرة فقط (androecious) .

يتحكم فى صفة إنتـاج الأزهار المؤنثة (حالة الـ gynoecious) جين واحد سائد يأخذ الرمز F ، ولكن فعل هذا الجين يتأثر - بشدة - بالجينات المحورة وبالعوامل البيئية . ولا يشترط أن تكون النباتات الحاملة لهذا الجين كاملة الأنوثة ؛ فقد تكون وحيدة الجنس وحيدة المسكن أو خنثى كذلك ، ويتوقف ذلك على الجينات الأخرى التى تتفاعل مع الجين F ، والخلفية الوراثية للسلالة ، والظروف البيئية . ولكن السلالات الحاملة لهذا الجين السائد تكون فيها نسبة الأزهار المؤنثة أعلى منها فى السلالات ذات الأصول الوراثية المشابهة isogenic lines التى تحمل الأليل المتنحى f . ومن الجينات المؤثرة فى صفة الأنوثة الجين In-F الذى يزيد intensifies حالة الأنوثة (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

وقد وجد Kubicki أن صفة الذكورة (أى إنتاج أزهار مذكرة فقط androecious) يتحكم فيها عامل وراثى متنح أعطى الرمز a ، بينما تكون النباتات الحاملة للجين السائد A وحيدة الجنس وحيدة المسكن .

ويذكر أن حالة الجنس فى الخيار يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ؛ هما : M ، و F . وبينما يحدد الجين M وأليله m كون الزهرة مؤنثة (-M) أم كاملة (mm) .. فإن الجين F وأليلة f يحددان عدد العقد فيما إذا كان النبات خالياً تماماً من أية أزهار مذكرة (-F) ، أم تظهر به بعض الأزهار المذكرة على العقد الأولى من الساق الرئيسية (ff) . ينعزل الجينان مستقلين عن بعضيهما ، وتكون التراكيب الوراثية الممكنة والأشكال المظهرية المقابلة لها كمايلى :

التركيب الوراثى	الشكل المظهرى
M - F -	أنثوى gynoecious
M - ff	وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious
mm F -	خنثوى hermaphroditic
mm ff	مذكر androecious

ويتأثر ذلك كله بكل من الجينات المحورة والعوامل البيئية (عن Iezzoni & Peterson ١٩٨٠) . وقد اقترح Iezzoni وآخرون (١٩٨٢) وجود جين آخر (M - 2) إلى جانب الجين M يؤثر فى صفة الجنس بطريقة مكملة complementary ، كما وجدوا أن كلا الجينين M ، و M-2 يرتبط بشدة بالجين المسئول عن المقاومة لمرض الذبول البكتيرى .

وقد درس Miller & Quisenberry (١٩٧٦) وراثة عدد الأيام من الزراعة إلى حين ظهور أول زهرة مؤنثة ، وتوصلا إلى النتائج التالية :

أ - كان معظم التباين الوراثى إضافياً ، ولكن ظهرت سيادة جزئية لكل من صفة الإزهار المبكر وصفة تكوين أول زهرة عند عقدة أقرب لقاعدة الساق .

ب - يتحكم فى عدد الأيام - من الزراعة إلى حين ظهور أول زهرة مؤنثة - عدد قليل من الجينات . وكانت درجة توريث هذه الصفة عالية نسبياً ؛ حيث تراوحت من ٤٦ ر٠ - ٦٢ر٠ .

جـ - برغم اختلاف الأصناف فى سرعة إنبات البذور .. إلا أن هذه الصفة لم تكن ذات أهمية بالنسبة للمحصول المبكر ، مقارنة بصفة عدد الأيام إلى حين ظهور أول زهرة بالنبات.

د - كان للحرارة المنخفضة تأثير سلبى ؛ إذ إنها أبطأت النمو النباتى ، وأخرت ظهور أول زهرة إلى عقدة أبعد عن قاعدة الساق .

هـ - كان الارتباط بين موعد الإزهار ومتوسط تاريخ الحصاد جوهرياً وعالياً ، وبلغت قيمته ٨٢ ر٠ .

هذا .. وتمر نباتات الخيار الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن بمراحل للنمو ، تنتج فيها النباتات - على التوالى - أزهاراً مذكرة فقط ، ثم أزهاراً مختلطة ، ثم أزهاراً مؤنثة فقط .

وقد وجد George (١٩٧١) جيناً سائداً يسرع التحول من حالة إنتاج الأزهار المذكرة إلى إنتاج الأزهار المؤنثة ، أعطى الرمز Acr ؛ نسبة إلى الصفة accelerator .

وبالمقارنة .. وجد جين آخر متنح يؤخر الإزهار فى ظروف النهار القصير ، وقد أعطى الرمز df ؛ نسبة إلى الصفة delayed flowering . وتبين أن حالة من سكون البذور ترتبط بهذا الجين فى الأجيال الانعزالية .

٣ – لون الأزهار :

يتحكم زوج واحد من الجينات فى لون بتلات الأزهار الأصفر الفاتح مقابل اللون الأصفر البرتقالى مع سيادة اللون الأخير ، ويأخذ الجين الرمز O .

رابعاً : صفات الثمار

١ – ملمس الثمار :

يعتبر لون الأشواك الأسود صفة بسيطة سائدة على اللون الأبيض ، ويتحكم فيها الجين B . وقد اكتشف جين آخر يؤثر مع الجين الأول فى نفس الصفة – فى بعض التلقيحات – وأعطى هذا الجين الأخير الرمز B-2 . ويرتبط الجين B ارتباطاً تاماً بالجين R الذى يتحكم فى لون الثمار الناضجة ، والجين H الذى يتحكم فى ظهور شبك كثيف heavy netting بالثمار . ويعتقد البعض بوجود موقع جينى واحد للصفات الثلاث . ويوجد جين آخر متنح ، يتحكم فى كل من دقة الأشواك (fine spines) ، وكثافتها (spine frequency) ، ويأخذ الرمز s . أما وجود الأشواك ذاته فيتحكم فيه جين واحد سائد على صفة غياب الأشواك .

ويتحكم فى وجود بروزات صغيرة – على سطح الثمار غير الناضجة – جين واحد سائد يأخذ الرمز Tu ؛ نسبة إلى تلك النموات السطحية التى يطلق عليها اسم tubercles .كذلك يتحكم جين آخر سائد فى ظهور هذه البروزات على الثمار الناضجة التى يتميز بها الصنف النباتى C. sativus var. tuberculatus . يأخذ هذا الجين الأخير الرمزP ؛ نسبة إلى الصفة Prominent tubercles ، ويتأثر فعله بجين آخر يأخذ الرمز I ؛ لأنه يزيد من حدة هذه البروزات intensifies . وللجين P تأثيرات متعددة أخرى ؛ هى : لون الثمار الناضجة الأصفر ، وتعريق الثمار ، ولون النموات الخضرية الأخضر الفاتح . كما تتميز النباتات التى تحمل الجين Tu بأن جلد ثمارها مبرقش ، وباهت ، وسميك ، وصلب (عن Robinson ١٩٧٦).

٢ – لون الثمار غير الناضجة :

يتحكم فى لون الثمار غير الناضجة الأبيض – كما فى الصنف البلدى – جين واحد متنح يأخذ الرمز w (Abobaker ١٩٦٨) . أما لون الثمار غير الناضجة الأخضر الفاتح .. فيتحكم فيه جين آخر متنح هو yg .

ويذكر H.M. Munger أنه يوجد بصنف الخيار تيبل جرين Table Green جين ثالث متنح يجعل لون الثمار أخضر داكناً . وعلى خلاف الأصناف الأخرى التى لا تحمل هذا الجين .. فإن ثمار هذا الصنف لا يتغير لونها إلى اللون الأخضر المصفر فى الجو الحار .

٣ – لون الثمار الناضجة :

يذكر Whitaker & Davis (١٩٦٢) أن لون الثمار الناضجة يتحكم فيه الجينان R ، وC ، ويكون انعزال التراكيب الوراثية والأشكال المظهرية فى الجيل الثانى كمايلى :

التركيب الوراثى	النسبة	الشكل المظهرى
R - C-	٩	أحمر
R - cc	٣	برتقالى
rr C-	٣	أصفر
rr cc	١	كريمى

أما Kooistra (١٩٧١) .. فقد أوضح أن لون لب الثمار الناضجة يتحكم فيه زوجان من العوامل الوراثية ؛ هما : w ، و v ، وأن وجودهما معاً فى صورة سائدة يجعل لون لب الثمار أبيض كالحاً dirty white ، بينما يؤدى وجودهما معاً فى صورة متنحية إلى جعل لون الثمار برتقالياً . وقد غير Robinson وآخرون (١٩٧٦) رمزى الجينين – فيما بعد – إلى wf ، و vf على التوالى .

٤ – شكل الثمار :

يتحكم فى شكل الثمار الشبيه بثمرة عنب الثعلب gooseberry الجين gb . وتكون ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى mm (التى تحمل أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى andromo-

noecious) أسمك وأقصر . كذلك يرتبط الجين m بصفات ثمرية أخرى ؛ منها عدد حجرات الثمرة ، واستجابة عنق الثمرة للجاذبية ، وربما كانت جميعها تأثيرات متعددة للجين m .

٥ - انفصال الكرابل :

وجد Wilson & Baker (١٩٧٦) أن صفة انفصال الكرابل سائدة على صفة التحام الكرابل ، ويتحكم فيها ٢ -٣ أزواج من العوامل الوراثية ، وأنها ذات تباين إضافى عالٍ . وقد تراوحت درجة توريثها على النطاق الضيق من ٣٩ - ٤٥ ٪ ؛ مما يدل على إمكان التخلص من هذه الصفة بسهولة . هذا .. ولم يجد الباحثان أى ارتباط بين صفة انفصال الكرابل وأى من حالات الجنس .

٦ - الطعم المر :

توجد ثلاث حالات لتوزيع المرارة فى الأجزاء المختلفة لنبات الخيار ؛ هى :

أ - حالة تكون فيها النموات الخضرية مرة الطعم والثمار غير مرة ، ولكنها تصبح مرة فى بعض الظروف البيئية غير المناسبة .

ب - حالة تكون فيها النموات الخضرية مرة الطعم والثمار غير مرة ، وتبقى غير مرة فى كل الظروف .

جـ - حالة تكون فيها النموات الخضرية والثمار غير مرة الطعم (عن Haynes & Jones ١٩٧٥) .

ترجع المرارة إلى ما تحتويه النموات الخضرية والثمار من مركبات تعرف باسم الكيوكربتسينات Cucurbitacins ، وهى مواد سامة للإنسان .

يتحكم فى الطعم المر bitter flovor زوجان من الجينات ؛ هما : الجين السائد Bt المسئول عن زيادة المرارة بشدة فى الثمار - كما فى السلالة P.I. 173889 - والجين المتنحى bi الذى يمنع تكوين الكيوكربتسينات المسئولة عن الطعم المر فى كل من النموات الخضرية والثمار (عن Lee & Janick ١٩٧٨) . هذا .. إلا أن De Ponti & Garretsen (١٩٨٠) وجدا أن الجين Bi ذو سيادة غير تامة ، وأن فعله يتأثر بجينات أخرى محورة ذات تأثير إضافى تزيد من حدة المرارة (intensifier genes) .

كذلك أوضحت دراسات Robinson وآخرين (١٩٨٨) أن مرارة الثمار تعود إلى تغيرات كمية - وليست نوعية - فى محتواها من الكيوكربتسين . فثمار النباتات ذات التركيب الوراثى Bt Bt عالية فى محتواها من كيوكربتسين C ، الذى يوجد أيضاً - ولكن بدرجة قليلة - فى ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى bt bt ، بينما تكون ثمار النباتات ذات التركيب الوراثى Btbt متوسطة فى محتواها من الكيوكربتسين .

كما أوضح تحليل كيوكربتسين C - فى الأوراق الفلقية لبادرات الجيل الثانى للتلقيح بين الصنف Eversweet والسلالة المرة P.I. 173889 - أن الانعزال كان بنسبة ٣ بها كيوكربتسين : ١ خالية من الكيو كربتسين ؛ الأمر الذى يفيد تفوق الجين bi على الجين Bt . هذا .. بينما انقسمت نباتات الجيل الثانى - التى احتوت على الكيوكربتسين - إلى مجموعتين : كان متوسط الأولى ٢٥ر٠ مجم كيوكربتسين C / جم (بمدى قدرة ١٠ر٠ - ٣٠ر٠مجم) ، ومتوسط الثانية ٤٠ر٠ مجم (بمدى قدره ٣١ر٠ - ٠٠ر١ مجم) كيوكربتسين C / جم من الأوراق الفلقية . وكان انعزال بادرات الجيل الثانى - حسب محتواها من الكيوكربتسين - بنسبة ٩ عالية المحتوى : ٣ متوسطة المحتوى : ٤ خالية ؛ الأمر الذى يؤكد السيادة غير التامة للجين Bt ، وتفوق الجين bi عليه . وكان الدليل الثالث على تفوق الجين bi على Bt انعزال صفة المرارة فى ثمار نباتات الجيل الثانى للتلقيح السابق الذى حدث كذلك بنسبة ٩ مرة (> ١٠ر٠ مجم كيوكربتسين ٢ / جم) من الثمار : ٣ عادية (١٠ر٠ مجم كيو كربتسين C) : ٤ غير مرة (خالية من كيوكربتسين C) .

ونظراً لأن تأثير الجين المسئول عن المرارة يظهر فى البادرات .. فإن أفضل وقت للانتخاب ضد صفة المرارة يكون فى طور البادرة (Whitaker & Davis ١٩٦٢) . وقد توصل Gorski وآخرون (١٩٨٦) إلى طريقتين سريعتين لتقدير محتوى الأوراق الفلقية من كيوكربتسين C ، تتطلب كل منهما ورقة فلقية واحدة يتم استخلاصها بالإيثانول ، ثم يقدر محتواها - بعد ذلك - كروماتوجرافياً إما بالـ TLC ، وإما بالـ HPLC وهى الوسيلة المفضلة . وكلتا الطريقتين سريعة ، وتصلح لأغراض الانتخاب فى الأجيال الانعزالية من برامج التربية لكل من صفتى الخلو من المرارة والمقاومة لخنافس الخيار؛ نظراً لارتباط وجود

الكيوكربتسبين C فى الأوراق الفلقية بالقابلية للإصابة بالخنافس .

خامساً : التربية لتحسين المحصول

أوضح Rubion & Wehner (١٩٨٦) أن الانتخاب المبكر فى جيل التلقيح الذاتى الأول (S_0) لخيار التخليل كان ذا فاعلية كبيرة فى الانتخاب للقدرة العامة والقدرة الخاصة على التآلف ؛ بالنسبة لصفتى المحصول الكلى والمحصول المبكر ، ولكنه لم يكن فعالاً بالنسبة لصفات الجودة .

وقد وجدت صفات اقتصادية كثيرة هامة فى الصنف النباتى C. sativus var. hardwickii يمكن إدخالها فى الخيار المزروع ؛ مثل : حمل عدة ثمار عند كل عقدة ، وخلوه من ظاهرة السيادة القمية ؛ حيث يعطى فروعا جانبية أكثر وأطول مما فى الخيار . ولكن يعيب هذا الصنف النباتى أن ثماره صغيرة الحجم (يتراوح طولها من ٤ - ٨ سم) ، بيضاوية الشكل ، ويوجد بها فجوات بذرية كبيرة ، وعلى سطحها أشواك سوداء قوية ، وجلدها صلب قوى ، وطعمها مر . هذا .. فضلاً على أن بعض سلالاته التى درست من قبل (مثل P.I. 183967 ، و P.I. 215589) وجدت قصيرة النهار اختيارياً facultative short - day ، كما كانت سلالات أخرى - مثل LJ 90430 - قصيرة النهار إجباريا ؛ حيث لم تزهر إلا عندما قصرت الفترة الضوئية عن ١٢ ساعة مع درجة حرارة ٣٠°م نهاراً ، و ٢٠°م ليلاً ؛ الأمر الذى يشكل تحدياً للاستفادة من هذا الصنف النباتى فى تحسين الخيار المزروع .

وباستخدام طريقة الانتخاب المتكرر ، والسلالة P.I. 90430 من C. sativus var. hardwickii كمصدر لصفة تعدد الثمار .. أمكن إحراز تقدم ملحوظ - خلال ثلاث دورات من الانتخاب - فى متوسط عدد ثمار التخليل / نبات عند إجراء الحصاد مرة واحدة آلياً .

كما حاول Delaney & Lower (١٩٨٧) الجمع بين صفة تعدد الفروع والثمار من هذا الصنف النباتى مع صفة النمو المحدود determinate من سلالتى الخيار Spacemaster ، و NCSU M27 .

وفى دراسة أخرى .. وجد Kupper & Staub (١٩٨٨) أن سبع سلالات من النوع النباتى C. sativus var. hardwickii كانت ذات قدرة عامة على التآلف مع ثلاث سلالات

من الخيار فى جميع الصفات التى درساها ؛ وهى : عدد الثمار ، وعدد الفروع الجانبية ، وطول الثمرة ، ونسبة طول الثمرة إلى قطرها ، وعدد العقد التى تحمل أزهاراً مؤنثة ، وعدد الأيام إلى تفتح الأزهار anthesis ؛ الأمر الذى يدل على إمكان الاستفادة منه فى تحسين الصفات البستانية فى الخيار .

التربية للتوافق مع طرق الإنتاج والظروف البيئية القاسية

١ - التربية لتحمل مبيدات الحشائش

اكتشفت المقاومة لمبيد الحشائش كلورامبين Chloramben فى بعض سلالات الخيار . وأضح Miller وآخرون (١٩٧٣) أن جينات المقاومة للمبيد - فى سلالتين من الخيار - تراوحت من ١ - ٥ جينات ؛ تبعاً لطريقة التقييم للمقاومة ، وطريقة تقدير عدد الجينات . وكان تفاعل الجينات إضافياً أساساً ، مع سيادة جزئية للقدرة على تحمل المبيد ، وظهر واضحا أن الجينات المسئولة عن المقاومة تختلف فى السلالتين ، ويدل على ذلك اختلاف درجة توريث الصفة فى السلالتين ، وظهور انعزال فائق الحدود عند تهجينهما معاً . وقد تراوحت درجة التوريث على النطاق العريض من ٤٩ر٠ - ٩٣ر٠ . وعلى النطاق الضيق من ٣٦ ر٠ - ٨٧ ر٠ .

وفى دراسة تالية .. قيم Staub & Crubaugh (١٩٨٩) ٧٥٣ سلالة من الخيار للقدرة على تحمل نفس المبيد ، ووجدا أن تسع سلالات منها كانت أكثر من غيرها تحملاً للمبيد .

٢ - التربية للصلاحية للحصاد الآلى

يحاول مربو النبات الاستفادة من عدد من الصفات التى تتوفر فى جيرمبلازم الخيار والأصناف النباتية القريبة ؛ لإنتاج أصناف جديدة تصلح للحصاد الآلى . وأهم الصفات التى يلزم توفرها لتناسب هذه الجزئية من العملية الإنتاجية الإنتاج المركز للثمار - أى كثرة عدد الثمار التى ينتجها النبات فى آن واحد - وسهولة فصل الثمرة عن النمو الخضرى بعد التقاطه بواسطة آلة للحصاد .

ويتوقف مدى سهولة انفصال الثمرة على مساحة موضع اتصال الثمرة بالعنق Stem Attachment Area . وبدراسة هذه الصفة .. وجد Burnham & Peterson (١٩٧٠)

اختلافات جوهرية بين ثلاثة أصناف من الخيار ، كما وجد أن مساحة هذه المنطقة تزداد زيادة طفيفة مع زيادة طول الثمرة ، وكانت العلاقة بين المتغيرين كمايلى :

$$Y= 0.112 + 0.04 \quad x$$

حيث إن Y هى مساحة موضع الاتصال ، و x هى طول الثمرة . وينصح الباحثان بأن يكون الانتخاب للمساحة المناسبة لموضع اتصال الثمرة بالعنق ، فلا تكون كبيرة بدرجة يصعب معها فصل الثمار ، ولاتكون صغيرة جدا إلى درجة قد تنفصل معها الثمار قبل وصول النمو الخضرى إلى الموضع المناسب من آلة الحصاد .

أما بالنسبة للإنتاج المركز من الثمار .. فإن المربى يأمل فى تحقيق ذلك من خلال ثلاث صفات ؛ هى :

أ - صفة التقزم Dwarfism .. حيث يمكن زراعة السلالات المتقزمة على مسافات ضيقة ، وبذا .. يزيد عدد الثمار التى يمكن حصادها آلياً مرة واحدة .

ب - صفة الأنوثة .. حيث يبدأ إنتاج الأزهار المؤنثة مبكراً وبصورة أكثر تركيزاً . وقد وجد Prend & John (١٩٧٦) أن محصول الهجن المتقزمة الأنثوية gynoecious dwarf كان أكثر من مِثْلَىْ محصول الهجن الأنثوية العادية . كما كان متوسط عدد الثمار بالنبات أكبر مما فى الهجن الأنثوية العادية عندما أجرى الحصاد مرة واحدة آلياً .

جـ - صفة كثرة التفريع وكثرة عدد الثمار/ نبات التى تتوفر فى الصنف النباتى C. melo var. hardwickii ، وقد سبقت الإشارة إليها .

٣ - التربية للقدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

توجد سلالات من الخيار تنبت بذورها بسرعة أكبر من غيرها فى درجات الحرارة المائلة إلى البرودة . ووجد Wehner (١٩٨٤) أن درجة توريث سرعة إنبات البذور فى درجة ١٧°م تراوحت من ٤٤ر٠ - ٦١ر٠ .

٤ - التربية للتأقلم على الفترة الضوئية

إن الخيار نبات محايد بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية فى الإزهار ، ولكن محاولة الاستفادة من الصنف النباتى C. melo var. hardwickii فى التربية تثير مشكلة تأثره

بالفترة الضوئية ؛ لكونه نباتاً قصير النهار . وقد وجد Vecchia & Peterson (١٩٨٤) أن هذه الصفة – فى السلالة P.I. 215589 – يتحكم فيها جين واحد متنح أعطى الرمز df . وذكر الباحثان أن هذا الجين ربما يكون آليلياً للطفرة df (delayed flowering) ، التى كانت قد اكتشفت من قبل فى الصنف Baroda ، والتى تؤدى إلى تأخير الإزهار إلى أن يحل النهار القصير شتاء .

٥ - التربية لتحمل ملوحة التربة

تتوفر القدرة على تحمل ملوحة التربة فى الخيار ، ويتحكم فى هذه الصفة جين واحد متنح ، يأخذ الرمز sa (Pierce & Wehner ، ١٩٩٠) .

٦ - القدرة على العقد البكرى

تعقد سلالات الخيار البكرية العقد ثماراً فى الظروف البيئية القاسية التى لا تناسب عقد الثمار فى الأصناف العادية . كما تناسب هذه الصفة الصوبات ؛ حيث لا تتوفر الحشرات الملقحة والأصناف الأنثوية التى لا تتوفر بها الأزهار المذكرة .

وقد وجد Pike & Peterson (١٩٦٩) أن صفة العقد البكرى فى الخيار يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة ، يأخذ الرمز Pc ؛ حيث : PcPc : تظهر الثمرة البكرية الأولى قبل العقدة الخامسة ، و Pcpc : تظهر الثمار البكرية بعد ذلك وتكون أقل عدداً ، وpcpc : لاتظهر أية ثمار بكرية . ويتأثر فعل هذا الجين بكل من الخلفية الوراثية والعوامل البيئية .

وفى دراسة أخرى على عدد من سلالات الخيار – التى تختلف فى درجة العقد البكرى – وجد Ponti & Garretsen (١٩٧٦) أن صفة العقد البكرى يتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية ذات تأثير إضافى ، مع ارتباط هذه الجينات بالجينات المتحكمة فى صفات الأنوثة .

٧ - التربية لتحمل تلوث البيئة

تتوفر اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الخيار فى قدرتها على تحمل التركيزات

العالية - نسبياً - من ثانى أكسيد الكبريت فى الهواء الجوى . وقد توصل Bressan وآخرون (١٩٨١) - من التلقيح بين الصنف المقاوم National Pickling والصنف الحساس Chipper - إلى أن القدرة على تحمل التلوث بغاز ثانى أكسيد الكبريت يتحكم فيها جين واحد سائد .

التربية لمقاومة الآفات

إذا ذكرت تربية الخيار - خاصة التربية لمقاومة الأمراض - فلابد أن يذكر معها العالم Henry M. Munger أستاذ تربية النبات بجامعة كورنل بالولايات المتحدة ، الذى استطاع - وحده - إنتاج ٥١ صنفاً تجارياً وسلالة تربية متقدمة مرباة داخلياً من الخيار - منها ٣٠ من خيار الاستهلاك الطازج ، و ٢١ من خيار التخليل - خلال الفترة من ١٩٥١ - ١٩٨٦ (Mutschler ١٩٨٦) .

وقد حققت معظم هذه الأصناف نجاحاً كبيراً ، وانتشرت زراعتها كثيراً فى الولايات المتحدة ، وفى دول أخرى كثيرة ، ومن أمثلتها سلسلة أصناف : Tablegreen ، و Marketmore ، و Poinsett ، و SR ، و PMR ، و SMR .

كما أنتج Munger - خلال نفس الفترة - أصنافاً أخرى كثيرة من الخضر ؛ منها : خمسة أصناف من الطماطم ، و خمسة أخرى من القاوون ، وثلاثة من البصل ، وصنفان من كل من الكرفس وقرع الشتاء ، وصنف واحد من الكرنب .

ويعتبر الخيار أحد محاصيل الخضر التى أنتج منها أصناف كثيرة متعددة المقاومة للأمراض . ويبين جدول (٧-٢) قائمة لبعض هذه الأصناف والأمراض التى يقاومها كل منها (عن Ware & Macollum ١٩٧٥) .

١ - التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يذكر أن المقاومة لفطر Sphaerotheca fuliginea المسبب لمرض البياض الدقيقى يتحكم فيها ثلاثة جينات متنحية ، أعطيت الرموز : pm-1 ، و pm-2 ، و pm-3 . إلا أن نتائج الدراسات الوراثية متضاربة فى هذا الشأن ؛ فمثلاً .. يذكر Warid وآخرون (١٩٦٩) أن المقاومة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية ، ويذكر آخرون (عن Dixon

١٩٨١) أن المقاومة يتحكم فيها جينان ؛ أحدهما سائد ، والآخر متنح ، ويلزم تواجدهما معاً بهذه الصورة لظهور المقاومة بالأوراق ؛ حيث لا يظهر تأثير الجين السائد إلا فى وجود الجين المتنحى، كما يلزم تواجد الجين الثانى (المتنحى) لظهور المقاومة بالسويقة الجنينية العليا . ويوجد جين ثالث متنح يؤدى – عند وجوده بحالة أصيلة – إلى منع ظهور المقاومة الكاملة، ولكنه لا يؤثر فى حالة مقاومة السويقة الجنينية العليا .

جدول (٧-٢) : قائمة ببعض أصناف الخيار المتعددة المقاومة للأمراض .

الاستعمال	طبيعة الصنف	اسم الصنف	الأمراض التى يقاومها الصنف (أ)
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Ashley	٥ ، ٦
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Marketmore	٣ ، ٤
الاستهلاك الطازج	مفتوح التلقيح	Poinsett	١ ، ٢ ، ٥ ، ٦
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Burpee's M&M Hybrid	٣ ، ٥ ، ٦
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Challenger	٣ ، ٥
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	High Mark II	٣ ، ٤ ، ٥
الاستهلاك الطازج	هجين عادى	Saticoy	٣ ، ٥
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Cherokee 7	١ ، ٢ ، ٥ ، ٦
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Gemini	١ ، ٣ ، ٤
الاستهلاك الطازج	هجين أنثوى	Meridian T	٣ ، ٤
التخليل	مفتوح التلقيح	Chipper	١ ، ٢ ، ٣ ، ٥ ، ٦
التخليل	مفتوح التلقيح	Pixie	١ ، ٢ ، ٥ ، ٦
التخليل	مفتوح التلقيح	Wisconsin SMR 18	٣ ، ٤
التخليل	مفتوح التلقيح	Wisconsin SMR 58	٣ ، ٤
التخليل	هجين أنثوى	Bounty	١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦
التخليل	هجين أنثوى	Briney Hybrid	٣ ، ٤
التخليل	هجين أنثوى	Explorer	١ ، ٢ ، ٣ ، ٥ ، ٦
التخليل	هجين أنثوى	Green Beauty	٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦
التخليل	هجين أنثوى	Picadilly	٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦
التخليل	هجين أنثوى	Premier	١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦

(أ) الأمراض هى : ١ – تبقع الأوراق الزاوى ، ٢ – الأنثراكنوز ، ٣ – موزايك الخيار ، ٤ – الجرب ، ٥ – البياض الزغبى ، ٦ – البياض الدقيقى .

ويذكر H.M. Munger أنه يكفى الانتخاب لمقاومة البياض الزغبى ؛ للحصول على مقاومة للبياض الدقيقى ، والعكس أيضا صحيح ؛ الأمر الذى يعنى تحكم نفس النظام الوراثى فى المقاومة لكلا المرضين ، وأن طبيعة المقاومة واحدة فى كليهما . واكتشف – كذلك – ارتباط آخر بين المقاومة للبياض الدقيقى وجين سائد يجعل الثمار ذات لون أخضر شاحب وهى فى مرحلة النضج الاستهلاكى (Kooistra ١٩٧١) .

٢ – التربية لمقاومة البياض الزغبى

اكتشفت المقاومة لفطر Pseudoperonospora cubenis – المسبب لمرض البياض الزغبى فى الخيار – فى عدة سلالات وأصناف بدائية . فمثلاً .. اكتشفت المقاومة فى السلالة P.I. 197087 الهندية المنشأ . وتستجيب هذه السلالة للعدوى بالبياض الزغبى بتكوين بقع بنية صغيرة جداً ؛ مقارنة بالبقع الكبيرة الصفراء التى تظهر فى الأصناف القابلة للإصابة (Barnes & Epps ١٩٥٤) . وتعد هذه السلالة مقاومة لمرض البياض الدقيقى كذلك ، وربما كانت هى مصدر المقاومة للبياض الدقيقى فى الصنف SC- 50 (Barnes & Epps ١٩٥٦) .

وقد اختلفت – كثيراً – نتائج الدراسات على وراثة المقاومة لهذا المرض ؛ فيذكر – مثلاً – أن مقاومة السلالة P.I. 197087 يتحكم فيها زوج أو زوجان من العوامل الوراثية الرئيسية ، بالإضافة إلى زوج أو أكثر من العوامل الوراثية الثانوية . أما مقاومة الصنف GY14A – المنتخب من السلالة P.I. 197087 – فقد ذكر أنها كمية . كذلك ذكر أن مقاومة الصنفين Chinese Long ، و Puerto Rico 37 كمية ، ويتحكم فيها عدة جينات . وبالمقارنة .. فقد وجد أن مقاومة الصنف Poinsett – المستمدة من السلالة P.I. 197087 – يتحكم فيها جين واحد متنح ، يرتبط بجين المقاومة للبياض الدقيقى، أو أن هذا الجين ذو تأثير متعدد على الصفتين ، وقد أعطى هذا الجين الرمز dm .

٣ – التربية لمقاومة لفحة الساق الصمغية

اختبر Wyszogrodzka وآخرون (١٩٨٦) ٤٩ صنفاً وسلالة من الخيار لمقاومة الفطر Didymella bryoniae ، وعثروا على مقاومة جزئية فى الصنف Homegrean No.2

والسلالة P.I. 200818 . وبالمقارنة .. لم يعثر الباحثون على أى مصدر للمقاومة لدى اختبارهم لـ ١٢٠٨ سلالة فى طور الأوراق الفلقية - وهى فى عمر أربعة أيام - عندما أجريت العدوى بتركيز مرتفع من جراثيم الفطر بعد تجريح الأوراق الفلقية . وفى دراسة أخرى .. اختبر Wehner & Jenkins ١١٦٥ صنفاً وسلالة من الخيار ، ووجدا أن أكثرها مقاومة كانت Slice ، و M12 ، و M17 .

٤ - التربية لمقاومة الأنثراكنوز

وجدت المقاومة للأنثراكنوز فى سلالة الخيار P.I.197087 من الهند ، وهى مقاومة كمية يتحكم فيها عديد من الجينات ، وربما بعض العوامل المحورة أيضاً (Barnes & Epps ١٩٥٥).

٥ - التربية لمقاومة الجرب

يتحكم جين واحد سائد فى المقاومة للفطر <u>Cladosporium</u> <u>cucumerinum</u> المسبب لمرض الجرب ، ويأخذ هذا الجين الرمز Ccu . تكون سيادة هذا الجين غير تامة فى طور البادرات الصغيرة جداً ؛ وبذا .. يمكن - باختبار النباتات فى هذه المرحلة من النمو - التمييز بين النباتات الأصيلة والخليطة فى صفة المقاومة . ويوصى بإجراء هذا الاختبار فى درجة حرارة ١٧ - ١٨°م (عن Walker ١٩٦٥) .

وتؤدى عدوى النباتات المقاومة بالفطر المسبب للمرض إلى تحفيزها لتمثيل مادة تثبط نشاط الإنزيمات الـ Pectolytic التى يفرزها الفطر ؛ وبذا .. يتوقف نمو الفطر . ويحدث ذلك فى غضون ٢٤ ساعة من العدوى (عن Dixon ١٩٨١) .

٦ - التربية لمقاومة الذبول الطرى

يسبب الفطر <u>Rhizoctonia</u> <u>solani</u> ذبولاً طرياً لبادرات الخيار ، وعفناً فى الجزء الملامس للتربة من الثمرة ؛ لذا .. فإنه يسمى أيضاً بعفن الوسط belly rot .

وقد وجد Booy وآخرون (١٩٨٧) اختلافات كبيرة بين ٣٥ سلالة من الخيار فى شدة إصابتها بالذبول الطرى ؛ حيث تراوحت شدة الإصابة من ٥ر١ - ٩ر٥ فى مختلف السلالات

على مقياس من صفر (لاتوجد أية إصابة) إلى ٩ (النباتات ميتة) . ولم يجد الباحثون ارتباطاً بين المقاومة للذبول الطرى ، والمقاومة لعفن الثمار الرايزكتونى .

٧ - التربية لمقاومة الذبول البكتيرى

تتوفر المقاومة للبكتيريا Erwinia tracheiphila المسببة لمرض الذبول البكتيرى bacterial wilt فى الخيار ، ويتحكم فيها جين واحد سائد يأخذ الرمز Bw . وكانت هذه المقاومة قد اكتشفت فى سلالة الخيارة P.I. 200818 التى جلبت من بورما .

وقد وجد Iezzoni & Peterson (١٩٨٠) ارتباطاً قوياً بين الجين Bw والجين M الذى يتحكم فى نوع الزهرة من حيث جعلها مؤنثة ، أم خنثى . وقد كانت المسافة بينهما وحدة عبورية واحدة . وفى أخرى .. قارن Staub & Peterson (١٩٨٦) أربعة أزواج من السلالات الأنثوية التى تتشابه سلالتا كل زوج منها فى أصولها الوراثية ، ولكنها تختلف فى مقاومتها أو قابليتها للإصابة بالذبول البكتيرى ، ووجد الباحثان أن السلالات القابلة للإصابة أبكر إزهاراً ، وأعلى محصولاً ، وأطول ثماراً من السلالات المقاومة . كذلك كانت هجن السلالات المقاومة متأخرة الأهار ، وأقل محصولاً .

٨ - التربية لمقاومة فيرس موزايك الخيار

إن معظم أصناف الخيار المزروعة فى الولايات المتحدة مقاومة لفيرس موزايك الخيار ، وهى تستمد مقاومتها من الأصناف الشرقية المقاومة ؛ وبخاصة الصنفان Chinese Long Green ، و Tokyo Long Green اللذان يتكاثر فيهما الفيرس ، ولكن بدرجة ضعيفة لا تتأثر معها النباتات . ويتحكم فى هذه المقاومة جين واحد سائد يأخذ الرمز Cmv (Walker ١٩٦٥) ، إلا أن باحثين آخرين وجدوا أنها أكثر تعقيداً من ذلك (عن Robinsoin وآخرين ١٩٧٤) .

وتقيم البادرات للمقاومة بسهولة بحك أوراقها الفلقية برفق بالعصير الخلوى لنباتات مصابة بالفيرس بعد نثر قليل من الكربورندم على الأوراق الفلقية ، وتجرى عملية الحك بقطعة الشاش المبللة بالعصير . وتترك النباتات بعد ذلك فى درجة حرارة ٢٨°م وإضاءة لا تقل عن ١٠٠٠ قدم - شمعة ؛ حيث تظهر نتيجة الاختبار فى خلال ٢٠ يوماً .

٩ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش البطيخ رقم ١

يذكر Wang (١٩٨٤) أن المقاومة لفيرس تبرقش البطيخ رقم ١ تتوفر فى الصنف Surinam الذى حُصِلَ عليه من سورينام ، والذى يعد أفضل مصدر للمقاومة ؛ حيث لا تظهر به - عقب الإصابة بالفيرس - سوى تبرقشات خفيفة على الورقتين الحيقيتين الأولى والثانية . وقد وجد الباحث أن مقاومة هذا الصنف ترجع إلى جين واحد متنح أعطى الرمز wmv-1-1 (يشير الرقم الأول إلى رقم الفيرس ، والرقم الثانى لهذا الجين ؛ لتمييزه عن جين المقاومة لفيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ - الذى اكتشف قبل هذا الجين - والذى يأخذ الرمز Wmv) .

١٠ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش البطيخ رقم ٢

تتوفر المقاومة لفيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ فى الخيار ، ويتحكم فيها جين سائد يأخذ الرمز wmv .

١١ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش الزوكينى الأصفر

وجد Provvidenti (١٩٨٧) أن مقاومة صنف الخيار الصينى Taichung Mou Gua للسلالة CT من فيرس موزايك الزوكينى الأصفر يتحكم فيها جين واحد متنح . وقد أعطى هذا الجين الرمز zym .

١٢ - التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى النوع البرى Cucumis metuliferus ، الذى يعد النوع الوحيد من القرعيات المقاوم لهذه الآفة .

١٣ - التربية لمقاومة خنافس الخيار

تعتبر مركبات الكيوكربتسينات - المسئولة عن المرارة - جذابة لخنافس الخيار المبقعة والمخططة (Diabrotica spp.) ، أى إن المقاومة ترتبط بخلو النباتات من المرارة ؛ لذا .. يعتبر الجين bi فى صورته الأصيلة (bibi) مسئولا - كذلك - عن مقاومة خنافس الخيار (عن Pierce & Wehner ١٩٩٠) .

١٤ - التربية لمقاومة العنكبوت الأحمر

تتوفر المقاومة للعنكبوت الأحمر Tetranychus uriticae فى الخيار . وقد أجريت دراسات عديدة على العلاقة بين الجين Bi المسئول عن صفة المرارة فى النموات الخضرية ، وبين مقاومة هذا الأكاروس . ويذكر De Ponti (١٩٨٠) تفاصيل هذه الدراسات كما يلى :

كان Kooistra عام ١٩٧١ أول من اقترح هذه العلاقة بعد تقييمه لـ ٤٠٠ صنف من الخيار لكل من صفتى المرارة والمقاومة للعنكبوت الأحمر .

وفى السنة نفسها .. توصل Da Casta & Jones (١٩٧١) إلى أن المقاومة للأكاروس يتحكم فيها الجين Bi المسئول عن المرارة ، وبدا لهما أن تغذية الأكاروس على النباتات المرة ذو تأثير سلبى على الأطوار المبكرة لنمو اليرقة .

هذا .. إلا أن Soans وآخرين وجدوا عام ١٩٧٣ أن الصنف المر Hawaiian يصاب بالأكاروس .

كما اختبر De Ponti عام (١٩٧٨) ٤٠٠ صنف آخر من الخيار ، ووجد بعض الأصناف التى كانت مرة الطعم وشديدة القابلية للإصابة فى آن واحد .

كما أوضحت دراسات De Ponti (١٩٨٠) على أربعة أزواج من السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة - التى تتشابه جميعها فى كونها مقاومة للأكاروس ، وتختلف سلالتا كل زوج منها فى كونها مرة أو غير مرة - عدم وجود أى اختلاف فى صفة المقاومة بين السلالات المرة وغير المرة .

وفى دراسة وراثية موسعة عن تلك العلاقة بين المرارة والمقاومة للأكاروس .. وجد De Ponti & Garretsen (١٩٨٠) أن المقاومة (متمثلة فى درجة إقبال الحشرة على التغذية acceptance ، وقدرتها على وضع البيض على النباتات ovioposition) صفة كمية يتحكم فيها عدة جينات ذات تأثير إضافى ، بينما يتحكم فى المرارة جين واحد ذو سيادة غير تامة ، هو الجين Bi ، الذى يتأثر فعله بجين آخر محور ذى تأثير إضافى . ولم يتوصل الباحثان إلى أية علاقة بين أى من هذين الجينين ومقاومة الأكاروس ، ولكنهما وجدا علاقة بين المرارة والقدرة على تحمل الإصابة . وقد فسرت هذه العلاقة على أساس الارتباط بين

الجينات المسئولة عن هذه الصفات ، وليس على أساس أن الصفات يتحكم فيها نفس الجينات .

مصادر إضافية عن تربية الخيار

لمزيد من التفاصيل عن وراثة وتربية الخيار .. يراجع مايلى :

المرجع	السنة	الموضوع
Whitaker & Jagger	١٩٣٧	نشأة الأصناف القديمة وجهود التربية قبل عام ١٩٣٧ .
Sitterly	١٩٧٢	التربية لمقاومة الأمراض .
Robinson & Whitaker	١٩٧٤	وراثة الصفات والتربية .
Whitaker & Bemis	١٩٧٦	نشأة الخيار وتطوره وتربيته .
Robinson وآخرون	١٩٧٦	وراثة الصفات .
Lower & Edwards	١٩٨٦	شامل لموضوع تربية الخيار .
Pierce & Wehner	١٩٨٩	شامل لوراثة جميع الصفات .
Pierce & Wehner	١٩٩٠	شامل لوراثة جميع الصفات والمجموعات الارتباطية .

تربية القرع

نتناول فى هذا الجزء تربية كل الأنواع النباتية والمحصولية التى تتبع الجنس Cucurbita ، مع التركيز - أساساً - على قرع الكوسة - وبدرجة أقل - على القرع العسلى .

يتبع الجنس Cucurbita ٢٧ نوعاً ؛ أهمها : C. pepo ، و C. maxima ، و C. moschata ، و C. mixta ، وهى الأنواع التى تنتمى إليها جميع الأصناف المعروفة من الكوسة، والقرع ؛ حيث تتوزع على الأنواع الأربعة على النحو التالى :

١ - جميع أصناف الكوسة squash ، والجورد gourd ذات الأزهار الصفراء تتبع النوع C. pepo .

٢ - جميع أصناف الـ cushaws تتبع النوع C. mixta .

٣ - تتوزع أصناف الـ marrows على النوعين C. pepo ، و C. maxima .

٤ - تتوزع أصناف قرع الشتاء winter squash ، والقرع العسلى pumpkin على الأنواع الأربعة الرئيسية للجنس .

ويوجد نوع خامس مزروع هو C. ficifolia ، يتبعه محصول الجورد ذو الأوراق الشبيهة بأوراق التين fig - leaf gourd ، ويزرع فى هضاب المكسيك ، وفى أمريكا الوسطى ، وشمال أمريكا الجنوبية ، وهو معمر . أما بقية أنواع الجنس Cucurbita .. فجميعها برية ، وثمارها ذات لُب صلب قوى شديد المرارة .

الموطن وتاريخ الزراعة

توجد أدلة كثيرة على أن الأمريكتين هما موطن الأنواع النباتية التابعة للجنس Cucurbita . ويستدل من أقدم الآثار – التى يرجع تاريخها إلى ٧٠٠٠ – ٥٥٠٠ سنة قبل الميلاد – على وجود النوع C. pepo فى المكسيك ، وأنه كان منتشراً على نطاق واسع فى شمال المكسيك ، وفى الولايات الأمريكية الجنوبية الغربية قبل عصر كولمبس . كما تنتشر فى نفس المنطقة الجغرافية بقية الأنواع المزروعة من الجنس ؛ باستثناء C. maxima الذى كان وجوده – قبل عصر كولمبس – محصوراً فى المنطقة الجغرافية التى تشمل الأرجنتين، وبوليفيا ، وشيلى .

وتبعاً لسرور وآخرين (١٩٣٦) .. فإن القرع بأنواعه المختلفة كان يوجد فى مصر قديماً، وكان يطلق عليه فى اللغة المصرية القديمة لفظة دبا . وقد شاهده فى مصر عبد اللطيف البغدادى .

السيتولوجى والأنواع البرية والمزروعة والهجن النوعية

إن الأنواع الخمسة المزروعة (التى سبقت الإشارة إليها) ، وجميع الأنواع البرية التى درست من هذا الجنس فيها ٢ن = ٢س = ٤٠ كروموسوماً ، وجميعها كروموسومات صغيرة يصعب دراستها سيتولوجياً بالطرق التقليدية .

ويمكن التهجين – بصعوبة – بين أى من الأنواع الأربعة الرئيسية التابعة للجنس Cucurbita ؛ وهى : C. mixta ، و C. pepo ، و C. maxima ، و C . moschata .

وبرغم أن نباتات معظم الهجن النوعية كانت عقيمة غالباً – بسبب عدم قدرة الأزهار المذكرة على إنتاج حبوب لقاح خصبة – إلا أن بعضها كانت خصبة . ويفيد استخدام أصناف مختلفة من نفس النوع فى زيادة فرص نجاح الهجن النوعية ؛ الأمر الذى يدل على

عدم تجانس أصناف القرع فى العوامل الوراثية المسئولة عن عدم نجاح الهجن النوعية فى هذا الجنس . كذلك يفيد استخدام الأنواع القنطرية bridge species فى زيادة فرص نجاح هذه الهجن . ولا يتوفر - إلى الآن - أى دليل على حدوث هجن نوعية طبيعياً بين أى من الأنواع الأربعة المزروعة . ومن الناحية التطورية .. يعد C. moschata همزة الوصل بين الأنواع الثلاثة الأخرى المزروعة من الجنس .

وتُلقح بعض الأنواع البرية - بسهولة - مع بعض الأنواع المزروعة ، ومن أمثلتها النوع C. lundelliana المقاوم للبياض الدقيقى ، والذى يستخدم كقنطرة لنقل الجينات الهامة بين الأنواع المزروعة التى يصعب تهجينها معاً .

يقسم Whitaker (١٩٧٤) أنواع الجنس Cucurbita - حسب قابليتها للتهجين مع الأنواع الأخرى - كمايلى :

١ - تتوفر مجموعتان من الأنواع التى تعيش فى المناطق الصحراوية الجافة xero-phytic ، ولاتُلقح أنواع أى منهما مع أنواع المجموعة الأخرى ، تنمو أنواع كلتا المجموعتين فى صحراء شمال المكسيك وجنوب غرب الولايات المتحدة . وتتضمن المجموعة الأولى النوع C. foetidissima ، بينما تتضمن المجموعة الثانية الأنواع : C. palmata ، و C. digitata ، و C. cordata ، و C. cylindrata .

٢ - تتوفر مجموعتان أخريان من الأنواع التى تعيش فى المناطق المتوسطة الرطوبة mesophytic . تتضمن المجموعة الأولى منهما الأنواع : C. martinezii ، و C. lundel-liana ، و C. okeechobeensis وهى معمرة غالباً . وتتركز المجموعة الثانية حول النوع C. sororia ، الذى يعد قريباً من C. pepo . هذا .. ويُلقح C. lundelliana مع كل الأنواع المزروعة تقريباً ، وعديد من الأنواع البرية عند استخدامه كأم فى التهجينات .

وبرغم صعوبة إجراء التهجينات بين الأنواع المزروعة .. فإن مضاعفة كروموسومات الجيل الأول الهجين تساعد - أحيانا - على التغلب على حالة العقم التى تميز هذه الهجن . ونوضح - فيمايلى - وضع بعض هذه الهجن النوعية المتضاعفة هجينياً amphidiploids :

الهجين النوعى المتضاعف	درجة العقم أو الخصوبة
C. maxima x C. pepo	عقيمة تقريباً
C. maxima x C. mixta	خصبة قليلاً
C. maxima x C. moschata	خصبة ذاتياً ، وعقيمة فى التلقيحات الرجعية مع الأبوين.

وقد أمكن إنتاج الهجين النوعى C. maxima x C. moschata . وبرغم أن خصوبة الجيل الأول الهجين كانت منخفضة .. إلا أنه أمكن تحسينها بمضاعفة كروموسوماته ليصبح متضاعفاً هجينياً amphidiploid . ومع ذلك .. فلم يكن إنتاج بذوره اقتصادياً . ويعتبر صنف القرع Iron cap – الذى أنتج فى عام ١٩٦٨ – عبارة عن جيل أول لهذا الهجين النوعى ، وهو صنف يعيبه عدم إنتاجه لحبوب لقاح خصبة بكميات تكفى للعقد الجيد ويتطلب توفير حبوب لقاح من أى من أبويه فى الحقل الإنتاجى لكى يكون العقد جيداً، (عن Whitaker & Bemis ١٩٧٦) .

كذلك أمكن إنتاج الهجين النوعى C. moschata x C. pepo فى اليابان عندما خزنت حبوب لقاح الأب (C. pepo) على درجة ١٠°م ابتداء من الساعة العاشرة مساء اليوم السابق للتلقيح ، مع إجراء التلقيح فى الساعة السابعة صباحاً (عن Watts ١٩٨٠) .

ويذكر Munger (١٩٩٠) أن هجيناً آخر أجرى فى عام ١٩٦٠ بين الصنف Butternut من C. moschata كأم ، والصنف Yankee Hybrid من C. pepo كأب ، وأنه أمكن عزل ثلاثة نباتات منه بواسطة مزارع الأجنة ، ومازالت أنسال هذه النباتات تكثر – كل منها منفرداً – كل عدة سنوات للمحافظة عليها .

وقد استخدمت إحدى هذه العشائر الثلاث فى إجراء تلقيحات رجعية إلى الصنف Butternut ؛ للاستفادة من صفات تبكير النضج ، وتركيز عقد الثمار ، والنموات الخضرية القصيرة نسبياً المتحصل عليها من C. pepo . كما استخدمت عشيرة أخرى فى تلقيحات رجعية إلى عدة أصناف من الكوسة . وقد أمكن تلقيح هذه الهجن الرجعية – بنجاح – مع الجيل الأول للهجين النوعى بين الصنف Butternut من C. moschata كأم ، و C. martinezii كأب ، وإنتاج عدة بذور حية من هذا التلقيح .

وقد انتخب فى النباتات الناتجة من هذا التلقيح لصفة المقاومة للبياض الدقيقى ، ثم لقحت بعد ذلك - بسهولة تامة - مع عدة أصناف من الكوسة ؛ وبذا .. أمكن نقل صفة المقاومة للبياض الدقيقى من C. martinezii إلى C. pepo .

وتعد أكبر مشكلة تواجه إنتاج الهجن النوعية فى الجنس Cucurbita أن معظم الأنواع البرية - وهى استوائية المنشأ - نادراً ماتزهر لدى زراعتها فى المناطق الشمالية ؛ أى فى ظروف النهار الطويل . وقد تمكن Nienhuis & Rhodes (١٩٧٧) من دفع بعض الأنواع للإزهار ؛ بتطعيمها على أصول من أنواع أخرى كمايلى :

١ - كان C. pepo أفضل أصل لتشجيع إزهار النوعين C. palmata ، و C. pedatifolia .

٢ - تساوى C. ficifolia مع C. pepo فى تأثيرها كأصول محفزة لإزهار النوع C. okeechobeensis .

٣ - أزهر النوع C. palmata عندما طعم على النوع C. mixta .

٤ - كانت أقل الأصول تأثيراً على تحفيز الإزهار تلك المتحصل عليها من النوعين C. maxima ، و C. moschata .

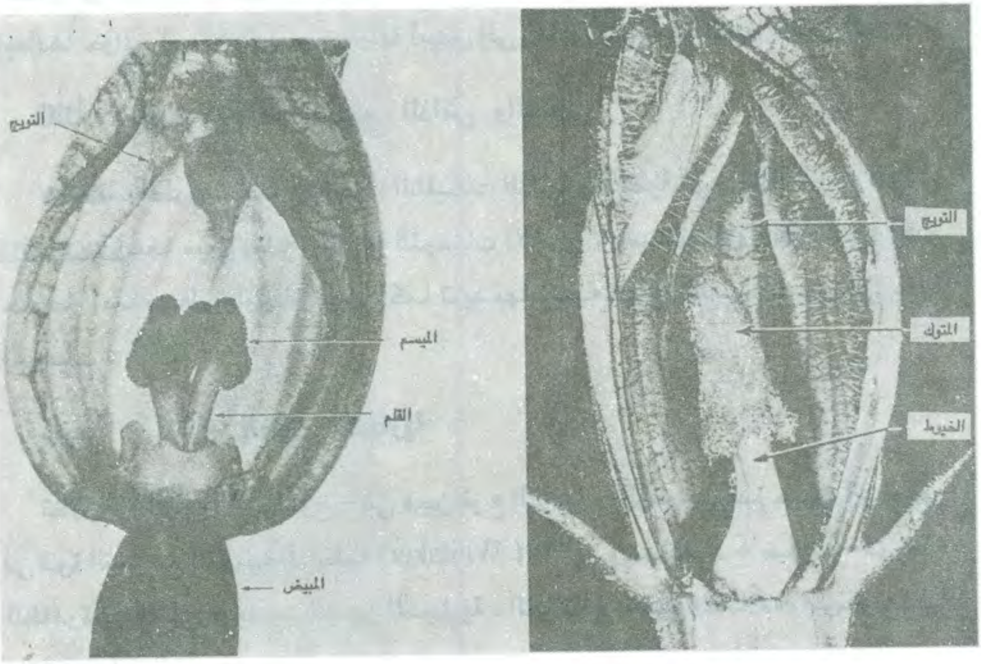
أساسيات التداول لأغراض التربية

أولا : الإزهار والتلقيح

لا تختلف أزهار القرع عن أزهار بقية محاصيل العائلة القرعية سوى فى كونها أكبر منها حجماً . ويبين شكل (٧-١) مقارنة بين الأزهار المذكرة والمؤنثة لكل من الخيار ، والكوسة ، والقاوون . وكل أصناف القرع - تقريباً - وحيدة الجنس وحيدة المسكن ، وتوجد بعض حالات الجنس الأخرى ، ولكن انتشارها أقل مما فى بقية القرعيات تحمل الأزهار المذكرة على أعناق طويلة ورفيعة ، بينما تحمل الأزهار المؤنثة على أعناق قصيرة وسميكة ، تصبح بعد العقد بمثابة عنق أو سويقة الثمرة . ويبين شكل (٧-٢) تركيب الزهرة المؤنثة والمذكرة فى الكوسة .



شكل (٧-١) : مقارنة بين الأزهار المذكرة (الصف العلوى) ، والمؤنثة (الصف السفلى) لكل من الخيار ، وقرع الكوسة والقاوون من اليسار إلى اليمين (Shedrake & Oyer ١٩٦٨) .



شكل (٧-٢) : تركيب الزهرة المذكرة (على اليسار) ، والمؤنثة (على اليمين) فى قرع الكوسة (عن Rost وآخرون ١٩٨٤) .

تتفتح الأزهار بدءاً من شروق الشمس حتى منتصف النهار . ويكون التلقيح خلطياً بدرجة عالية ، ويتم أساساً بواسطة النحل . يكثر نشاط النحل فى حقول الكوسة فيما بين الساعة الثامنة والتاسعة صباحاً ، كما يتواجد النحل بدرجة أقل نشاطاً قبل ذلك حتى السادسة صباحاً ، وبعد ذلك حتى منتصف النهار (McGregor ١٩٧٦) .

ثانيا : الثمار والبذور

الثمرة لبية pepo ، تختلف - من حيث الشكل واللونين الخارجى والداخلى - باختلاف

الأصناف . ويتوقف شكلها على اتجاه الانقسام الميتوزى فى بداية المرحلة الأولى لنمو الثمرة . ففى الثمار المستطيلة .. تكون خيوط المغزل موازية للمحور الطولى للثمرة فى معظم الانقسامات . أما فى الثمار الكروية .. فإن اتجاه خيوط المغزل يكون عشوائياً . وتوجد البذور فى تجويف يتكون فى مركز الثمرة عند النضج . والبذور بيضاوية الشكل ، تبلغ أبعادها حوالى ٦ر٠ × ٢ر١ سم ، لونها أبيض إلى رمادى فاتح ، وسطحها خشن قليلاً .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى والخلطى

لا تختلف الطرق المتبعة فى إجراء التلقيحات الذاتية والخلطية فى مختلف أنواع الجنس Cucurbita عما سبق بيانه بالنسبة للقرعيات الأخرى ، باستثناء أن أزهار القرع أكبر حجما ؛ مما يجعل تداولها أسهل ، كما تزيد بها نسبة نجاح التلقيحات عما فى بقية القرعيات .

رابعاً : إنتاج الهجن التجارية

تظهر قوة الهجين - بوضوح - فى هجن قرع الكوسة ، بالرغم من عدم حدوث أى تدهور فى قوة النمو مع التربية الداخلية (Whitaker ١٩٧٤) . ويستفاد - حالياً - من هذه الظاهرة فى إنتاج عديد من الهجن التجارية ، التى تنتج بتلقيح السلالات المرباة داخليا المتآلفة معاً .

وتتوفر عدة جينات للعقم الذكرى فى بعض الأنواع المزروعة من الجنس Cucurbita ؛ منها : الجين ms فى C. pepo الذى يؤدى إلى سقوط البراعم الزهرية المذكرة قبل تفتحها ، والجين ms-2 الذى اكتشف فى أحد نباتات قرع الكوسة من الصنف المصرى اسكندرانى ، الذى أدخل إلى الولايات المتحدة كسلالة رقم P.I. 228241 (Eisa & Munger ١٩٦٨) . كما وجدت طفرة أخرى متنحية عقيمة تماماً ذكرياً وأنثوياً ، ويتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز s (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

وبالرغم من توفر جينات العقم الذكرى فى مختلف أنواع الجنس Cucurbita .. فإن هذه الظاهرة لم تستخدم كثيراً فى إنتاج الهجن التجارية ؛ لأن السلالات العقيمة الذكر (ms ms) تكثر - كما هو معروف - بتلقيحها مع نباتات خصبة خليطة من نفس السلالة

الأصناف . ويتوقف شكلها على اتجاه الانقسام الميتوزى فى بداية المرحلة الأولى لنمو الثمرة . ففى الثمار المستطيلة .. تكون خيوط المغزل موازية للمحور الطولى للثمرة فى معظم الانقسامات . أما فى الثمار الكروية .. فإن اتجاه خيوط المغزل يكون عشوائياً . وتوجد البذور فى تجويف يتكون فى مركز الثمرة عند النضج . والبذور بيضاوية الشكل ، تبلغ أبعادها حوالى ٦ر٠ × ٢ر١ سم ، لونها أبيض إلى رمادى فاتح ، وسطحها خشن قليلاً .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى والخلطى

لا تختلف الطرق المتبعة فى إجراء التلقيحات الذاتية والخلطية فى مختلف أنواع الجنس Cucurbita عما سبق بيانه بالنسبة للقرعيات الأخرى ، باستثناء أن أزهار القرع أكبر حجما ؛ مما يجعل تداولها أسهل ، كما تزيد بها نسبة نجاح التلقيحات عما فى بقية القرعيات .

رابعاً : إنتاج الهجن التجارية

تظهر قوة الهجين - بوضوح - فى هجن قرع الكوسة ، بالرغم من عدم حدوث أى تدهور فى قوة النمو مع التربية الداخلية (Whitaker ١٩٧٤) . ويستفاد - حالياً - من هذه الظاهرة فى إنتاج عديد من الهجن التجارية ، التى تنتج بتلقيح السلالات المرباة داخليا المتآلفة معاً .

وتتوفر عدة جينات للعقم الذكرى فى بعض الأنواع المزروعة من الجنس Cucurbita ؛ منها : الجين ms فى C. pepo الذى يؤدى إلى سقوط البراعم الزهرية المذكرة قبل تفتحها ، والجين ms-2 الذى اكتشف فى أحد نباتات قرع الكوسة من الصنف المصرى اسكندرانى ، الذى أدخل إلى الولايات المتحدة كسلالة رقم P.I. 228241 (Eisa & Munger ١٩٦٨) . كما وجدت طفرة أخرى متنحية عقيمة تماماً ذكرياً وأنثوياً ، ويتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز s (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

وبالرغم من توفر جينات العقم الذكرى فى مختلف أنواع الجنس Cucurbita .. فإن هذه الظاهرة لم تستخدم كثيراً فى إنتاج الهجن التجارية ؛ لأن السلالات العقيمة الذكر (ms ms) تكثر - كما هو معروف - بتلقيحها مع نباتات خصبة خليطة من نفس السلالة

(Ms ms) ؛ الأمر الذى يعنى أن نصف النباتات - فى خطوط سلالات الأمهات فى حقل إنتاج البذور - تكون خصبة ، ويلزم التعرف عليها أولا بأول وإزالتها ، وهى عملية تتطلب وقتاً وجهداً كبيرين لإجرائها ، ويقتصر استخدام هذه الظاهرة - حالياً - على بعض هجن النوع C. maxima .. هذا .. ولا توجد ظاهرة عدم التوافق فى الجنس Cucurbita .

ويعتمد إنتاج بذور الهجن التجارية فى الجنس Cucurbita على ظاهرة انفصال الجنس؛ حيث تزال الأزهار المذكرة ، التى تزرع بالتبادل مع سلالة الأب بنسبة ٥ أم : ٢ أب . ونظراً لأن الأزهار كبيرة .. فإنها تلاحظ بسهولة ، وتزال قبل تفتحها بعدة أيام . ومع ذلك .. فإن الهجن لا تنتج إلا فى الأصناف القصيرة bush types ؛ لأن عملية التخلص من الأزهار المذكرة لا تكون اقتصادية فى الأصناف المدادة (عن Whitaker & Bemis ١٩٧٦) . وتستخدم حالياً لإنتاج الهجن سلالات أمهات ذات نسبة عالية من الأزهار المؤنثة ؛ لخفض تكاليف عملية إزالة الأزهار المذكرة . ويزود حقل إنتاج البذور بخلايا لإتمام عملية التلقيح .

وقد أمكن الاستغناء عن عملية التخلص من الأزهار المذكرة فى خطوط الأمهات ، برش النباتات ثلاث مرات بالإثيفون بتركيز ٢٥٠ جزءاً فى المليون ، على أن تكون المعاملة فى مراحل نمو الورقة الحقيقية الأولى ، والثالثة ، والخامسة ، وقد يفيد - أحياناً - زيادة التركيز إلى ٤٠٠ جزء فى المليون . وتؤدى هذه المعاملة إلى منع تكوين أية أزهار مذكرة ، ويستمر هذا التأثير لحين عقد نحو ٢ -٣ ثمار . ويتوقف الرش بالإثيفون بعد ذلك ؛ لأنه لايكون فعالاً . وتلجأ شركات إنتاج البذور إلى التخلص من الأزهار المذكرة القليلة التى قد تظهر فى خطوط الأمهات قبل تفتح هذه الأزهار.

وعند جمع الثمار .. يفضل التخلص من خطوط الآباء قبل الشروع فى عملية الحصاد ؛ لتجنب أى خلط ميكانيكى محتمل .

خامساً : التضاعف

تمكن Chekalin (١٩٧١) من إحداث التضاعف فى صنف القرع الهجين Gibrid 72 ، الذى ينتمى لنوع C. maxima ؛ بمعاملة البذور بالكلوشيسين أثناء إنباتها . وقد أدى

التضاعف إلى نقص حجم الأزهار المؤنثة ، وزيادة حجم الأزهار المذكرة ، وزيادة حجم حبوب اللقاح ، وزيادة سمك لُب الثمار الرباعية بمقدار ٦٧ ٪ عما فى الثمار الثنائية .

وراثة الصفات والتربية لتحسين المحصول وصفات الجودة

أولا : صفات النبات

١ – التبرقش الأبيض بأنصال الأوراق :

تنتشر ظاهرة التبرقش mottling الأبيض بأنصال أوراق جميع الأنواع المزروعة من الجنس Cucurbita ، خاصة فى النوع C. moschata . ويتحكم فى هذه الصفة جين واحد سائد يأخذ الرمز M . وإن كان Coyne (١٩٧٠) قد ذكر أن هذا الجين ذو سيادة غير تامة.

٢ – نقص الكلوروفيل بالأوراق :

اكتشفت عدة جينات مميتة تحدث نقصاً كلياً أو جزئياً فى الكلوروفيل بالنبات ، منها جين متنح للبادرات الألبينو ، وجين آخر متنح لنقص الكلوروفيل ، وجين ثالث متنح (يأخذ الرمز ys) يجعل البادرات صفراء اللون .

٣ – لون الساق :

يتحكم فى لون الساق الأخضر القاتم جين واحد سائد على اللون الأخضر الفاتح ، ويأخذ الرمز D .

٤ – طبيعة النمو :

يتحكم فى طبيعة النمو – من حيث كونه قائماً ، أم مفترشاً – جين واحد (يأخذ الرمز Bu) فى كل من C. pepo ، و C. maxima ، وربما كان هذا الجين فى نفس الموقع الكروموسومى فى النوعين ، إلا أن حالة السيادة تختلف بينهما حسب مرحلة النمو النباتى . ففى C. pepo .. تسود صفة النمو القائم كلياً تقريباً فى المراحل الأولى للنمو النباتى ، إلا أن السيادة تصبح جزئية فقط فى مراحل النمو التالية .

أما فى C. maxima .. فإن النمو القائم يكون سائداً كلياً فى المراحل الأولى للنمو

النباتى ، ثم يصبح متنحياً تماماً فى المراحل التالية للنمو (WhitaKter ١٩٧٤) . وفضلاً عما تقدم .. فإن فعل هذا الجين يتأثر بجينات أخرى محورة . وقد اكتشف جين آخر متنح فى C. pepo ، يجعل النبات شديد التقزم Extreme Dwarf .

٥ - شكل المحاليق :

اكتشف جين متنح فى C. pepo يجعل المحاليق ورقية الشكل مقارنة بالمحاليق العادية. ويعتقد البعض أن هذه الصفة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية وليس زوجاً واحداً .

٦ - حالة الجنس :

إن معظم أصناف القرع وحيدة الجنس وحيدة المسكن ، ولكنها تختلف - كثيراً - فى نسبة الأزهار المذكرة إلى الأزهار المؤنثة . ويشذ عن ذلك طفرة بسيطة تحمل أزهاراً مذكرة فقط androecious وجدت فى C. pepo ، ويتحكم فيها جين متنح يأخذ الرمز a . كما وجدت طفرة أنثوية gynoecious فى النوع C. foetidissima ، إلا أن استحالة تهجينه مع C. maxima ، و C. moschata ، و C. pepo حالت دون الاستفادة من تلك الصفة فى هذه الأنواع .

٧ - لون بتلات الأزهار :

إن اللون الطبيعى لبتلات الأزهار هو اللون الأصفر البرتقالى ، وقد وجدت طفرة متنحية ذات لون أصفر فاتح ، يتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز ly .

ثانياً : صفات : الثمار

١ - ملمس وقوام جلد الثمرة :

وجد أن ملمس الثمار ذات البروزات Warty صفة سائدة على الملمس الناعم فى C. pepo . وتؤكد بعض الدراسات أن هذه الصفة بسيطة ويتحكم فيها جين واحد أعطى الرمز Wt ، وبينما تؤكد دراسات أخرى أنه يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية .

أما صفة تضليع الثمار .. فقد ذكر أنه يتحكم فيها جين واحد فى C. maxima ، وزجاون من الجينات فى C. pepo .

وبالنسبة لقوام جلد الثمرة .. فقد وجد أن الجلد الصلب hard rind صفة بسيطة وسائدة على الجلد الطرى ويتحكم فيها جين واحد أعطى الرمز Hr . كذلك وجد أن الجلد الصلب فى النوع C. andreana صفة بسيطة وسائدة على الجلد الطرى فى C. maxima .

٢ – شكل الثمرة :

يسود شكل الثمار الاسكالوبى scallop (القرصى Disc) على الشكل الكروى ، ويتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز Di ، ولكن يعتقد وجود جينات أخرى تؤثر فى هذه الصفة . كما ذكر أن الشكل الاسكالوبى فى C. pepo سائد كذلك على الشكل الكمثرى فى أحد أصناف الجورد ، ويتحكم فيه جين واحد .

وقد أعطى Mutschler & Pearson (١٩٨٧) تحليلاً وراثياً لحالة التواء الرقبة فى صنفى قرع الشتاء بترنط Butternut ، وكروكنك Crockneck . ينتمى صنف الكوسة بترنط (وهو من قرع الشتاء) للنوع C. moschata ، وتعد الطرز ذات الرقاب الملتوية منه crocknecks انحرافاً وراثياً عن الصنف بترنط ، والفرق الوحيد بينهما هو فى شكل الثمرة . فالطرز ذات الرقاب الملتوية تكون طويلة ، وأعناقها رفيعة وطويلة ، ويبلغ سمكها نصف سمك الجزء المنتفخ من الثمرة الذى يوجد فى الطرف الزهرى ، بينما يبلغ طول العنق ضعف طول الجزء المنتفخ ، وتكون الأعناق غالباً ملتوية . أما ثمار البترنط .. فيكون جزؤها المنتفخ مساوياً فى الحجم للجزء المماثل فى الطرز ذات الرقاب الملتوية ، ولكن رقابها تكون قصيرة ، ويقترب سمكها من سمك الجزء المنتفخ .

ويمكن ملاحظة الشكل الذى تتخذه الثمار الناضجة ؛ وذلك من خلال شكل المبيض فى البراعم الزهرية قبل تفتحها ؛ ويتوقف ذلك على اتجاه انقسام الخلايا أثناء تكوين المبيض . فيؤدى الاتجاه العشوائى للانقسامات المختلفة فى منطقة الرقبة إلى إنتاج الثمار البترنط . أما فى الطرز ذات الرقاب الملتوية .. فإن معظم انقسامات الخلايا فى منطقة الرقبة تكون خيوط المغزل فيها موازية للمحور الطولى للثمرة . وأما التواء الرقبة .. فيرجع إلى تعرضها

إلى شد فيزيائى أثناء استطالتها ؛ فتكون الرقبة طويلة ومستقيمة إذا كانت الثمار أفقية على سطح التربة ، أو محمولة على نباتات مرباة رأسياً ، وتكون ملتوية إذا واجهت الثمار عائقاً أثناء نموها مثل سطح التربة .

وتقسم أصناف البترنط إلى مجموعتين : ثابتة stable ، وغير ثابتة unstable ؛ ويتوقف ذلك على غياب أو وجود الطرز ذات الرقاب الملتوية فى نسلها . وقد يحتوى نسل الأصناف غير الثابتة من البترنط على ٥-٢٥ ٪ من الطرز ذات الرقاب الملتوية ، بينما لا تنتج الأصناف الثابتة أية نباتات ذات رقاب ملتوية فى نسلها؛ ومن أمثلتها الأصناف : Waltham Butternut ، و Butternut Ponica ، و Butternut Patriot .

وبالإضافة إلى الطرازين السابقين من النباتات .. فإنه يوجد طراز ثالث ينتج ثماراً من الفئتين السابقتين ، ويسمى ثنائى الشكل dimorphic . تنتج نباتات هذا الطراز - عادة - الثمار البترنط فى البداية ، ثم يتبعها ظهور ثمار ذات رقاب ملتوية . ويحدث التغيير على الساق الرئيسية ، ثم يعقبه تغيير بنفس النظام فى بقية فروع النبات . وبمجرد أن تبدأ الساق الرئيسية - أو أى فرع من النبات - فى إنتاج ثمار ذات رقاب ملتوية .. فإن كل الثمار التى ينتجها هذا الفرع بعد ذلك تكون رقابها ملتوية أيضاً . وإذا لقحت المبايض ذات الرقاب الملتوية ذاتياً .. فإن الغالبية العظمى من نسلها يكون ذا رقاب ملتوية كذلك .

أما مبايض الأزهار البترنط التى تلقح ذاتياً .. فإنها تنتج نسلاً يضم الفئات الثلاث : البترنط ، وذا الرقاب الملتوية ، والثنائى الشكل . وإذا طعمت فروع بترنط وكرونك من نباتات ثنائية الشكل على نباتات بترنط .. فإن الفروع ذات الرقاب الملتوية تستمر فى إنتاج ثمار ذات رقاب ملتوية ، أما الفروع البترنط .. فقد تبقى كذلك ، أو تصبح ثنائية الشكل .

وتشترك جميع الأصناف الثابتة من طراز البترنط معاً فى احتوائها على سيتوبلازم واحد (يطلق عليه اسم السيتوبلازم الثابت) ، ويتوقف إنتاج أى هجين بترنط على الآباء المستخدمة فى إنتاجه ، وقد يتأثر ذلك باتجاه التلقيح .

٣ - لون الثمرة :

يوجد جين سائد يتحكم فى ظهور خطوط طولية على الثمرة Stripes فى النوع

C. pepo ، يأخذ الرمز St ، ولكن البعض وجد أن هذه الصفة تكون سائدة فى بعض التلقيحات ، وذلك عندما تكون ثمار الأب غير المخطط فاتحة اللون ، وتكون متنحية فى تلقيحات أخرى عندما تكون ثمار الأب غير المخطط قاتمة اللون .

يتباين اللون الخارجى لثمار مختلف أنواع الجنس Cucurbita بدرجة كبيرة ، ويتحكم فى هذا التباين فى اللون عدد كبير من الجينات . وبالرغم من كثرة الدراسات التى أجريت على هذا الموضوع .. إلا أن كثيراً من حقائق وراثة لون الثمرة مازال مجهولاً .

يتحكم الجين السائد B فى تلون الثمار باللونين الأصفر والأخضر (Bicoloring) فى النوع C. pepo ، ويرتبط هذا الجين بما يعرف باسم precautious fruit pigmentation؛ وهو ظهور الصبغات الصفراء فى مبايض الأزهار قبل تفتح البراعم الزهرية . وقد وجد Shifriss (١٩٨٢) أن هذا الجين يؤدى كذلك إلى اصفرار أوراق النبات ، إلا أن تأثيره - على الأوراق - يثبط بفعل جين آخر سائد جزئياً أعطى الرمز Ses - B ؛ علما بأن هذا الجين الأخير ليس له تأثير فى الثمار .

ويوجد جينان آخران هما W ، وY ، يتحكمان فى لون الثمارالخارجى الأبيض ، والأصفر؛ حيث يكون انعزال الفرد الخليط بنسبة ١٢ : ٣ : ١ فى هذه الألوان على التوالى؛ وبذا .. يكون جين اللون الأبيض (W) متفوقاً على جين اللون الأصفر (Y) ، بينما يكون اللون الأصفر سائداً على اللون الأخضر . ولكن علاقة السيادة بين أليلى اللونين الأصفر والأخضر تتوقف على عمر الثمرة ؛ فيكون الأخضر سائداً على الأصفر فى الثمار غير الناضجة ، بينما يكون العكس صحيحاً فى الثمار الناضجة .

وفى C. maxima .. يسود اللون الأخضر على اللون الأزرق الذى يتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز bl . كذلك يسود اللون البرتقالى على اللون الأزرق ، ويتحكم فى هذا التباين فى اللون جين واحد . ويسود جين واحد خاص باللون الأحمر- سيادة غير تامة - على الألوان : الأخضر ، والأبيض ، والأصفر ، والرمادى ، ويأخذ هذا الجين الرمز Rd (عن Robinson وآخرين ١٩٧٦) .

وقد تقدم Paris (١٩٨٩) بتفصيلات كثيرة عن وراثة اللون الخارجى للثمار فى النوع

C. pepo ؛ من خلال تأثير وتفاعلات ثمانية جينات ، وأكد على أن هذه الجينات وتفاعلاتها لا تمثل سوى جزء من الصورة التى تعد أكثر تعقيداً .

أما عن اللون الداخلى للثمار .. فقد وجد أن اللون الأبيض سائد على اللون الكريمى فى C. pepo ، ويتحكم فيه جين واحد يأخذ الرمز Wf . كما يتحكم الجين B – الذى سبقت الإشارة إليه – فى لون اللُب الأصفر القاتم أو البرتقالى ، وهو اللون الذى يوجد فى بعض الأصناف مثل جولدن زوكينى Golden Zucchini ، وجولد رش Gold Rush ، وجولدى Goldy ، وصن بيرست Sunburst . ولهذا الجين تأثيرات أخرى كثيرة فى النبات ، بعضها مفيد ومرغوب فيه ، وبعضها الآخر غير مرغوب فيه . ويتمثل تأثيره الأولى فى إنتاج ثمار ذات لون خارجى أصفر ، أو أصفر مخطط بالأخضر bicolor ، بدلا من اللون الأخضر الطبيعى فى التركيب الوراثى B^+B^+ ، ويظهر هذا اللون فى مبايض الأزهار قبل تفتحها . أما النباتات الخليطة فى هذا الجين (B^+B) .. فتكون ثمارها ذات لونين أصفر وأخضر . ويتشابه تأثير الجين فى C. moschata مع تأثيره فى C. pepo (Paris وآخرون ١٩٨٦) .

ومن التأثيرات الأخرى المفيدة للجين B مايلى :

١ – يكسب ثمار الكوسة لونا أصفر داكناً ، كما يكسب ثمار القرع العسلى لونا مماثلاً ، ويجعل جلد الثمرة برتقالى اللون .

٢ – تكون هذه التغيرات فى اللون مصاحبة بزيادة فى محتوى الثمار من الكاروتين . وتتراوح الزيادة التى يحدثها هذا الجين من قليلة جداً إلى عالية جداً حسب الخلفية الوراثية. ففى الصنف Vegetable Spaghetti .. تكون صفراء فاتحة اللون من الداخل – سواء أكان النبات ذا تركيب وراثى BB ، أم B^+B^+ – ولا يحدث الجين B أية زيادة لها شأن فى الكاروتين . هذا .. بينما فى الصنف Fordhook Zucchini يكون لون لب الثمار أصفر فاتحاً فى التركيب الوراثى B^+B^+ ، ويتغير إلى اللون البرتقالى فى التركيب الوراثى BB، ويكون هذا التغير مصاحباً بزيادة تبلغ ستة أضعاف فى محتوى الثمار من الكاروتين ؛ مقارنة بثمار النباتات ذات التركيب الوراثى B^+B^+ . وقد وجد Paris (١٩٨٨) أن لون اللب البرتقالى فى الصنف الأخير يتحكم فيه زوجان من الجينات المكملة ؛ هما : B ، و L-2 ، علماً بأن الصنفين السابقين يختلفان فى شدة تلون أعناق وجدر ثمارهما ؛ فالصنف الأول (Vegetable Spaghetti) تكون أعناق ثماره خضراء ، ويكون لونها الخارجى أخضر

فاتحـاً فى البـداية ، ثم يتحـول إلى اللون الأصـفر الفـاتح عند النضج ، وتركيبه الوراثى dd l-1 l-1 l-2 l-2 ، بينـما تكون أعنـاق الثـمـار فى الصـنف الثانى Fordhook Zucchini) خضراء قاتمة ، ويكون لـونها الخارجى أخضر قـاتماً فى البداية ، ثم يتحـول إلى لون أخضر ضارب إلى الأسود عند النضج ، وتركيبه الوراثى DD L-1 L-1 L-2 L-2 .

وجدير بالذكر أن الجين D مسئول عن اللون القـاتم فى السيقـان ، والثمـار ، وأعناق الثمار ، كما أن الجينين l-1 ، و l-2 مسئولان عن لون الثمار الفاتح .

٣ – تكون ثمار النوع C. pepo بطيئة النمو ونحيفة .

٤ – يبكر من الإنتاج .

٥ – يخفض أعراض الإصابة بفيرس تبرقش البطيخ رقم ٢ .

أما التأثيرات الضارة للجين B .. فيمكن تلخيصها فيما يلى :

١ – تكوين بقع صفراء اللون بالنموات الخضرية .

٢ – تقليل معدل نمو الثمار .

٣ – تقليل الحجم الذى تصل إليه الثمار ، وخفض إنتاجية النبات .

٤ – زيادة حالات التشقق فى الثمار الناضجة .

٥ – خفض إنتاج البذور (عن Paris ١٩٨٦) .

٦ – كذلك وجد Sherman وآخرون (١٩٨٧) أن الفقد فى وزن الثمار المخزنة – فى درجة حرارة ٥°م ورطوبة نسبية من ٨٥ – ٩٥ ٪ – كان أعلى فى ثمار السلالات التى تحمل هذا الجين بحالة أصيلة (BB) ؛ مقارنة بالسلالات ذات الأصول الوراثية المشابهة ، التى تحمل هذا الجين بحـالة خليطة (B^+B) . كمـا ازداد انكمـاش الثـمـار الأصـيلة فى هـذا الجين ، وازدادات إصابتها بأضرار البرودة ، لكن مدى هذا التأثر اختلف باختلاف الخلفية الوراثية؛ حيث كان عالياً فى طراز الـ Vegetable Marrow ذى الثمار الأسطوانية القصيرة – التى تستـدق عند العنق ، وتنتـفخ عند الطرف الزهرى – ومـتـوسطاً فى طراز الـ Scallop ذى الثمار المبططة المتموجة الحافة ، ومنخـفضـاً فى طراز الزوكينى Zucchini ذى الثـمـار الأسطوانية الطويلة .

٤ – الطعم المر Bitterness :

يسود الطعم المر لثمار النوع C. andreana على الطعم غير المر لثمار النوع C. maxima ، ويتحكم فيه جين واحد .

وقد اكتشف – كذلك – جين واحد سائد يتحكم فى صفة مرارة الثمار فى كل من C. moschata ، و C. maxima ، و C. pepo ، و C. pepo var. ovifera (جورد الزينة) . ويأخذ هذا الجين الرمز Bi فى C. pepo .

ويوجد جين واحد يأخذ الرمز cu ، يتحكم فى محتوى الأوراق الفلقية لنباتات النوع C.pepo من كيوكربتسنيات B ، و D ، و E ، و I . ويمكن التعرف على التركيب الوراثى للنبات بتذوق أوراقه الفلقية ؛ فالأصناف المتنحية الأصيلة فى هذا الجين (cu cu) – مثل Scallop ، و Straightneck – تكون أوراقها الفلقية غير مرة ، بينما الأصناف السائدة فى هذا الجين (Cu Cu) – مثل Zucchini – تكون أوراقها الفلقية مرة الطعم ؛ وبذا .. فإن هذا الجين يشبه الجين bi الذى يوجد فى الخيار ، ولكنهما يختلفان فى فعل الجين ؛ فبينما يمنع جين الخيار bi تمثيل الكيوكربتسينات تماماً فى الأوراق الفلقية .. نجد أن جين النوع C. pepo (cu) يقلل ، ولا يمنع تماما تمثيل كيوكربتسينات . كذلك يختلف الجينان cu ، و bi فى كون cu ليس متفوقاً على الجين السائد الذى يوجد فى النوع ويتحكم فى صفة مرارة الثمار ، بعكس الحال فى الخيار .

ويدل على ذلك أن انعزال الجيل الثانى للتلقيح بين صنف الكوسة Early Prolific Straightneck ، والنوع C. texana (وهو ذو ثمار مرة) يكون بنسبة ٣ ذات ثمار مرة : ١ ذات ثمار غير مرة (Robinson وآخرون ١٩٨٨) .

وقد وجد Bochers & Taylor (١٩٨٨) أن ثمار الجيل الأول للتلقيح بين صنف القرع العسلى Green Striped Cushaw (وهو من C. mixta) ، وصنف الكوسة Goldbar (وهو من C. pepo) .. كانت مرة جداً ، برغم أن ثمار الأبوين خالية من المرارة . وأوضحت الدراسة الوراثية أن صفة المرارة فى هذا الهجين يتحكم فيها ٣ أزواج من الجينات المكملة لبعضها ، يأتى اثنان منها من Goldbar ، والثالث من Green Striped Cushaw .

التربية لإنتاج أصناف لبذور التسالى

توجد طفرة متنحية ذات بذور خالية من القصرة Hull - less Seeds تصلح لأغراض التسالى . يأخذ الجين الذى يتحكم فى هذه الصفة الرمز n ، وقد جرت محاولات للاستفادة منها فى إنتاج أصناف خاصة لهذا الغرض . وقد تركزت جهود التربية لتحقيق هذا الهدف فى ثلاثة اتجاهات كمايلى :

١ – إنتاج سلالات قصيرة تصلح للزراعة الكثيفة .

٢ – إنتاج سلالات ذات ثمار صغيرة ، بها أقل قدر ممكن من النسيج اللحمى .

٣ – إنتاج سلالات تتميز بارتفاع محصول البذور / ثمرة .

كما تؤخذ – فى الحسبان – صفات أخرى كثيرة ؛ منها : حجم البذرة ، ودرجة امتلائها، ولونها ، وسهولة استخراجها ، والنسبة الجنسية ، وإنتاج الأزهار المذكرة من حبوب اللقاح . وقد تمكن Loy (١٩٨٨) من إنتاج سلالتى جيل سابع من القرع العسلى (C. pepo) ذات بذور بدون قصرة . وبلغ محصول البذور فى إحداها نحو ٣٣٦ كجم / فدان ، عندما كانت كثافة الزراعة ١٥٠٠٠ نبات / فدان . ومن الأصناف التجارية المعروفة ذات البذور العارية كل من Lady Godiva ، و Eat All .

هذا .. وقد اقترح استئناس النوع C. foetidissima (الـ Buffalo Gourd) لأجل بذوره الكثيرة الغنية بالبروتينات والدهون ، فضلاً على جذوره الكبيرة الغنية بالمواد الكربوهيدراتية (عن Whitaker & Robinson ١٩٨٦) .

التربية لمقاومة مبيدات الحشائش

توصل Adeniji & Coyne (١٩٨١) – من دراستهما على المقاومة لمبيد الحشائش ترفلورالين Trifluralin – إلى أن صفة المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد أعطياه الرمز T ، وأن فعل هذا الجين يثبط بفعل جين آخر هو I - T .

١ - التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يسبب الفطران Sphaerotheca fuliginea ، و Erysiphe Cichoracearum مرض البياض الدقيقى فى الجنس Cucurbita . وقد وجدت درجة عالية من المقاومة لكلا الفطرين فى النوع C. lundelliana . كذلك وجدت المقاومة للفطر E. cichoracearum فى كل من النوعين C. martinezii ، و C. moschata . ويتحكم جين واحد سائد فى المقاومة فى كل حالة . وقد أعطى الجين الموجود فى C. lundelliana (وهو نوع يُلقح - بسهولة تامة - مع مختلف أنواع القرع المزروعة) الرمز Pm ، ويعتقد أن النوع C. martinezii يحتوى على نفس الجين .

ويذكر Adeniji & Coyne (١٩٨٣) حالات المقاومة التالية : فى النوع C. moschata : الصنف La Primera مقاوم ، والصنف Seminole Pumpkin متوسط المقاومة ، والصنفان Ponica ، و Waltham متوسطا المقاومة .

وقد توصل الباحثان من دراستهما على المقاومة فى هذه الأصناف إلى وجود جينين مختلفين ؛ هما : $Pm\text{-}2^S$ ويتحكم فى القدرة المتوسطة على المقاومة ، و Pm-I وهو جين له ثلاثة أليلات هى $Pm\text{-}I^L$ ويتحكم فى صفة المقاومة التى توجد فى الصنف La Primera ، و $Pm\text{-}I^P$ ، و $Pm\text{-}I^W$ ويتحكمان فى صفة القابلية للإصابة فى الصنفين Ponica ، و Waltham على التوالى . هذا .. وقد أدى وجود جين المقاومة إلى تأخير إنبات الجراثيم الكونيدية ، وتثبيط نمو الميسيليوم الفطرى ، وضعف التجرثم .

٢ - التربية لمقاومة فيرس موزايك الزوكينى الأصفر

وجد لدى اختبار ٦٨ صنفاً وسلالة من الجنس Cucurbita أن المقاومة لفيرس تبرقش الزوكينى الأصفر Zucchini Yellow Mosaic Virus تتوفر فى الصنفين Menina ، و Bolina من النوع C. moschata ، والصنف Chila Du Gila ، وصنف آخر (بدون اسم) من النوع C. ficifolia . وتبين أن مقاومة الصنف Menina يتحكم فيها جين واحد أعطى الرمز Zym (Paris وآخرون ١٩٨٨) .

تتوفر المقاومة كذلك فى النوع C. ecuadorensis الذى يقاوم - إلى جانب فيرس تبرقش الزوكينى الأصفر - خمسة فيروسات أخرى أو يتحمل الإصابة بها ، وهى : فيرس تبرقش الباباظ الحلقى (فيرس تبرقش البطيخ رقم ١) ، وفيرس تبرقش الكوسة ، وفيرس البطيخ (فيرس تبرقش البطيخ رقم ٢) . وقد وجد Robinson وآخرون (١٩٨٨) أن حقن نباتات هذا النوع بفيرس تبرقش الزوكينى الأصفر أدى إلى ظهور بقع صفراء متناثرة على الأوراق المحقونة بالفيرس ، دون أن تحدث أية إصابة جهازية ، بينما تظهر أعراض الإصابة الشديدة على النباتات القابلة للإصابة مثل الصنف Buttercup - الذى ينتمى للنوع C. maxima - وتتمثل فى التقزم الشديد مع ظهور تبرقشات شديدة الاصفرار ، وتشوهات فى أتصال الأوراق مع صغر حجمها .

وقد كانت الأعراض على نباتات الجيل الأول بينهما وسطاً بين أعراض الإصابة على الأبوين ؛ حيث ظهر بها تبرقش جهازى ، إلا أن شدة الإصابة كانت أقل مما فى الصنف Buttercup . أما نباتات الجيل الثانى .. فقد انعزلت فيها شدة الإصابة بنسبة ١ جهازية شديدة : ٢ متوسطة : ١ مقاومة للإصابة الجهازية ؛ لذا ..استنتج الباحثون أن المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد - أعطوه الرمز Zym - مع وجود جينات محورة تؤثر فى مظهر الأعراض فى النباتات الخليطة . هذا .إلا أن Paran وآخرين (١٩٨٩) وجدوا أن مقاومة النوع C. ecuadorensis كمية ، ويتحكم فيها عدة جينات رئيسية سائدة جزئياً على جينات القابلية للإصابة فى النوع C. maxima ، بالإضافة إلى جينات أخرى ثانوية ، وكان معظم تأثير هذه الجينات إضافياً نظراً لأن درجة التوريث على النطاق الضيق قدرت بنحو ٠ر٩١ .

٣ - التربية لمقاومة فيرس التفاف أوراق الكوسة Squash Leaf Curl Virus :

يصيب فيرس التفاف أوراق الكوسة جميع الأنواع المزروعة التابعة للجنس Cucurbita؛ حيث ينتقل إليها بواسطة الذبابة البيضاء Bemisia tabaci . لا تتوفر أية مقاومة للفيرس

فى الأصناف التجارية لأى من هذه الأنواع ، ولكن يتميز الصنف Mediterranean (وهو من C. moschata) بالقدرة على تحمل الإصابة .

وقد اختبر McCreight & Kishaba (١٩٩١) مقاومة عدة أصناف وسلالات من مختلف الأنواع التابعة لهذا الجنس ، وتوصلا إلى مايلى :

أ – كانت الأنواع C. maxima ، و C. mixta ، و C. pepo ، و C. texana شديدة القابلية للإصابة فى كل من اختبارات الصوبة والحقل .

ب – كانت أعراض الإصابة فى النوع C. moschata أشد فى اختبارات الصوبة مما فى اختبارات الحقل .

جـ – كانت الأنواع C. ecuadorensis ، و C. lundelliana ، و C. martinezii منيعة تقريباً فى اختبارات الصوبة ، ولكنها أصيبت فى اختبارات الحقل .

د – أظهرت نباتات النوع C. foetidissima أعراضاً متوسطة الشدة فى اختبارات الحقل .

هـ – أما الأنواع القريبة : Benincasa hispida ، و C. ficifolia ، و Lagenaria siceraria ، و Luffa acutangula ، و Luffa aegyptiaca ، و Luffa graveolens .. فكانت مقاومة فى كل من اختبارات الصوبة والحقل .

٤ – التربية لمقاومة الفيروسات الأخرى

وجد Provvidenti وآخرون (١٩٧٨) مصادر لمقاومة ستة من الفيروسات الهامة – لدى اختبارهم لأربعة عشر نوعاً برياً من الجنس Cucurbita – على النحو التالى :

الفيرس	مصادر المقاومة
فيرس تبرقش القاصوليا الأصفر	C.andreana ، C. cordata ، C. foetidissima ، C. gracilior C.martinezii ، &C.moschata ، C. moschata "Waltham Butternut"
فيرس تبرقش الخيار	C.cordata ، C.cylindrata و C.digitata ، C.ecuadorensis ، C.foetidissima و C.gracilior و C.lundelliana و C.martinezii و C.okeechobeensis و C.palmata و & C.palmeri
فيرس تبرقش التبغ الحلقى	C.andreana و C.cordata و C.cylindrata و C.ecuadorensis و C.foetidssima و C.gracilior و C.martinezii و C.okeechobeensis و C.maxima "Buttrcup" و C.moschata "Waltham Butternut" و C.palmata و C.palmeri و C.pepo "Seneca Butterbar" & C.texana
فيرس تبقع الطماطم الحلقى	C.cylindrata و C.digitata و C.gracilior و C.palmata و C.palmeri و C.sororia & C.ecuadorensis
فيرس تبرقش البطيخ رقم ١	C.ecuadorensis & C.foetidissima
فيرس تبرقش البطيخ رقم ٢	C.ecuadorensis & C.foetidissima

٥ - التربية لمقاومة خنافس الكوسة وخنافس الخيار

يعتبر النوع C. moschata أكثر مقاومة لخنفساء الكوسة squash beetle (Anasa tristis) من النوع C. maxima ، والمقاومة سائدة . كما اكتشفت اختلافات وراثية فى المقاومة داخل النوع C. pepo ، وذكر أن المقاومة فى هذا النوع سائدة جزئياً ، ويتحكم فيها ٣ أزواج من الجينات .

وتتوفر المقاومة لخنفساء الخيار المخططة Striped cucumber beetle (Acalymma Vittata) ، ويعتقد أنها صفة كمية .

كما وجد Chambliss & Cuthbert (١٩٦٨) المقاومة للـ banded cucumber beetle

(Diabrotica balteata) فى عدد من أصناف وسلالات الأنواع C. pepo ، و C. maxim، و C. moschata ، و C. mixta .

أما مقاومة خنفساء الخيار المتقبعة spotted cucumber beetle (Diabrotica un-decimpunctata howardi) .. فيتحكم فى وراثتها من ٢-٣ أزواج من العوامل الوراثية .

وقد وجد Sharma & Hall (١٩٧١) علاقة طردية كمية بين محتوى نباتات قرع الكوسة من كيو كربتسين B ، وتغذية الحشرة على النباتات . هذا ..برغم أن المقاومة للحشرة كمية ، بينما يتحكم في تركيز الكيو كربتسين جين واحد.

كذلك وجد Dhillon & Sharma (١٩٨٩) اختلافات جوهرية بين سلالات قرع الكوسة فى مقاومتها لخنفساء القرع العسلى الحمراء red pumpkin beetle (Aulacophora foveicollis) ، وقدرت درجة توريث الصفة - على النطاق العريض - بنحو ٨٧ ر. ، و ٧٨ ر. لكل من اختبارات الحقل الحقل واختبارات الأقفاص السلكية cages على التوالى.

مصادر إضافية عن تربية الكوسة والقرع

لمزيد من التفاصيل عن وراثة وتربية الكوسة والقرع .. يراجع مايلى :

المرجع	السنة	الموضوع
Whitaker & Jagger	١٩٣٧	جهود التربية قبل عام ١٩٣٧
Sitterly	١٩٧٢	التربية لمقاومة الأمراض
Whitaker	١٩٧٤	الجيرمبلازم
Whitaker	١٩٧٤أ	التربية ووراثة الصفات
Whitaker & Bemis	١٩٧٦	النشأة والتطور والتربية
Robinson وآخرون	١٩٧٦	وراثة الصفات
Whitaker & Robinson	١٩٨٦	شامل لجهود التربية
Cucurbit Genet. Coop.	١٩٨٨	وراثة الصفات

الفصل الثامن

تربية البقوليات الرئيسية : البسلة ، والفاصوليا ، واللوبيا ، والفول الرومى

تتضمن العائلة البقولية Leguminosae عديداً من محاصيل الخضر ، إلا أن أربعاً منها فقط هى التى تعد من الخضر الرئيسية ؛ وهى : البسلة ، والفاصوليا ، واللوبيا ، والفول الرومى .

تربية البسلة

تعرف البسلة (أو البازلاء) فى بعض الدول العربية باسم بزاليا ، وتسمى بالإنجليزية Peas ، وتميز إلى طرازين : garden peas ، وهى التى تزرع لأجل بنورها الخضراء ، و field peas ، وهى التى تزرع لأجل بنورها الجافة . ويعرف كلاهما – علمياً – باسم Pisum sativum L. . ويتضمن نوع البسلة sativum صنفين نباتيين ؛ هما :

١ – البسلة العادية التى تؤكل بنورها سواء أكانت خضراء ، أم جافة P.sativum var. humile Poir. .

٢ – البسلة التى تؤكل قرونها كاملة أو البسلة السكرية P.sativum var. macrocarpon Ser. .

الموطن وتاريخ الزراعة

يغلب الظن بأن موطن البسلة يقع فى المنطقة الممتدة من وسط آسيا حتى شمال غربى

الهند وأفغانستان والمناطق المجاورة . كما توجد مناطق نشوء ثانوية فى كل من الشرق الأدنى ، وهضاب وجبال الحبشة .

وقد عرفت البسلة عند قدماء المصريين ، والرومان ، والإغريق ، ووجدت بذورها فى مقابر قدماء المصريين . ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة البسلة .. يراجع Hedrick (١٩١٩ ، و١٩٢٨) .

السيتولوجى ، والانواع البرية ،والهجن النوعية

إن جميع الأنواع التى تنتمى للجنس Pisum - بما فى ذلك البسلة - تعد ثنائية التضاعف ، وفيها ٢ن = ٢س = ١٤ كروموسوماً (عن Davies ١٩٧٦) . ويبين شكل (٨ -١) الخريطة الكروموسومية للبسلة (عن Gritton ١٩٨٦) .

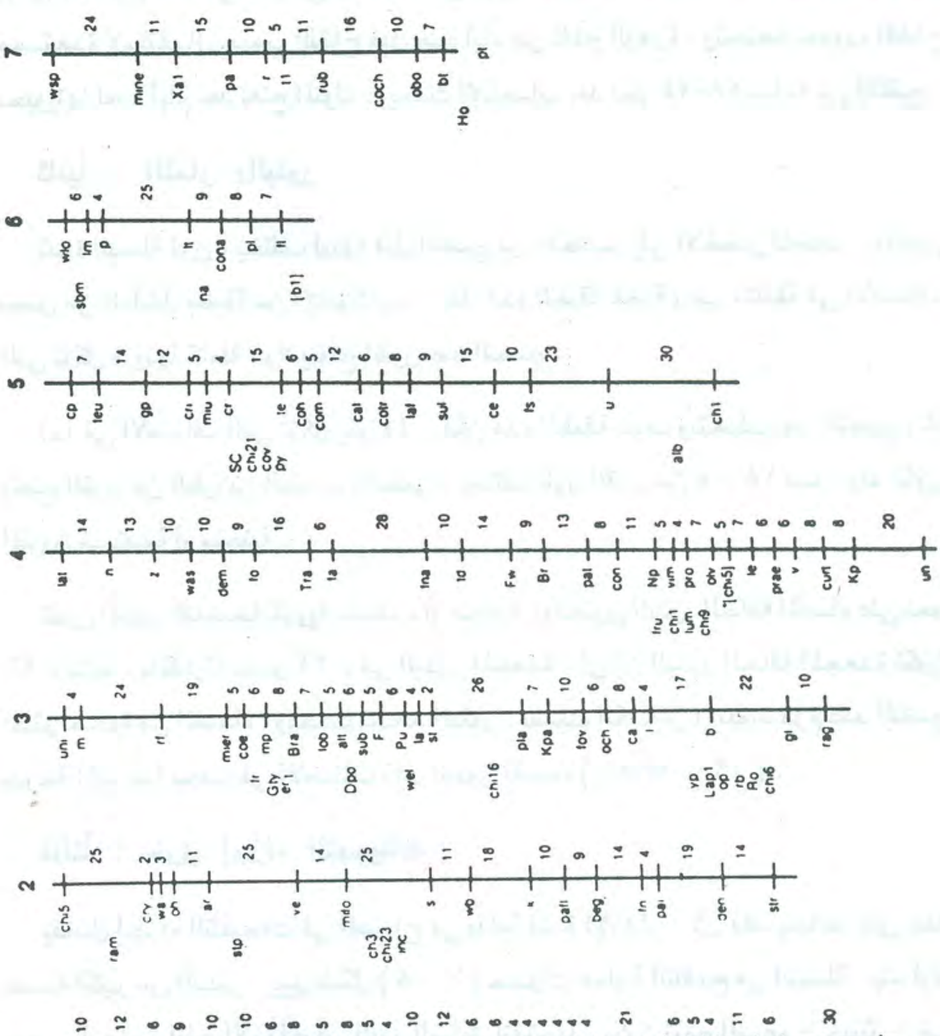
يذكر Blixt (١٩٧٩) عشرة أنواع تنتمى للجنس Pisum ، وتُلقح جميعها بسهولة مع نوع البسلة P. sativum باستثناء نوع واحد هو P. formosum ، الذى يعتقد بأنه يتبع الجنس Alophotropis . كما يذكر Davies (١٩٧٦) أن النوع P. fulvum يُلقح بسهولة مع البسلة عند استخدام الأخيرة كأم .

أسس التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

أولا : الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار فى البسلة مفردة ، أو فى مجاميع على محور واحد ينشأ فى آباط الأوراق . تتكون كأس الزهرة من خمس سبلات ، ويتكون التويج من علم ، وجناحين ، وزورق يحيط بالأعضاء الأساسية للزهرة . وتحتوى الزهرة على عشر أسدية ، تلتحم تسع منها لتشكل أنبوبة سدائية تحيط بالمتاع ، ويتكون المتاع من كربلة واحدة ، كما يحتوى المبيض على غرفة واحدة ، ويغطى الميسم بشعيرات كثيفة .

تُلقح أزهار البسلة تلقيحاً ذاتياً فى مرحلة مبكرة من النمو البرعمى قبل اكتمال تفتح الزهرة ؛ حيث تنتثر حبوب اللقاح قبل تفتح الزهرة بنحو ٢٤ ساعة ؛ أى إن أزهارها Clestiogamous .



شكل (٨ – ١) : الخريطة الكروموسومية للبسلة .

وتظل المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ثلاثة أيام فى درجة حرارة ١٦°م ، ولكن التلقيح الخلطى نادر فى البسلة ، ويكون – عادة – أقل من ١٪ . وتكون المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح قبل عدة أيام من تفتح الزهرة ، وتحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لعدة أيام بعد تفتح المتوك . ويحدث الإخصاب بعد نحو ٢٤–٤٨ ساعة من التلقيح.

ثانياً : الثمار والبذور

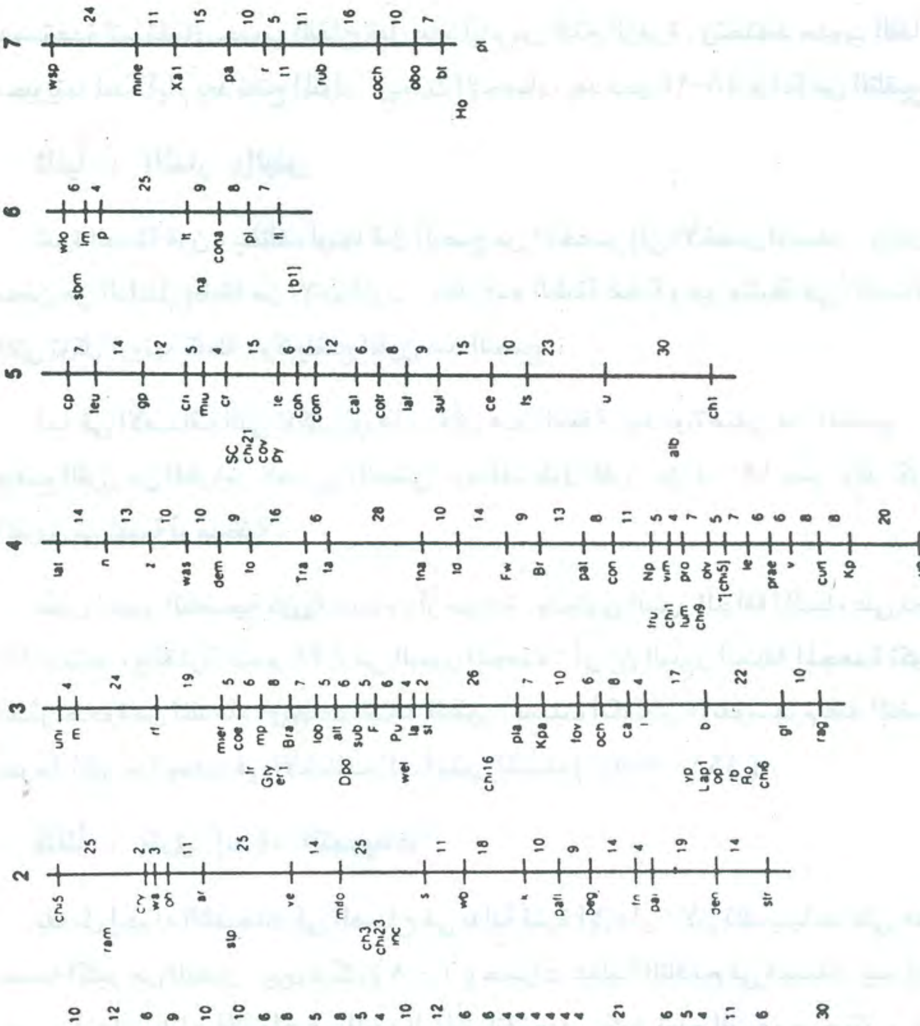
ثمرة البسلة قرن ، يختلف لونها قبل النضج من الأخضر إلى الأخضر المصفر . والقرن مبطن من الداخل بطبقة من الإندوكارب . تظل هذه الطبقة غضة وغير متليفة فى الأصناف التى تؤكل قرونها كاملة ، ولا يتفتح القرن عند النضج .

أما فى الأصناف التى تؤكل بنورها .. فإن هذه الطبقة تجف وتتصلب عند النضج ، ثم يتفتح القرن من الطرزين الظهرى والبطنى . يختلف طول القرن من ٥ – ١٨ سم . وقد تكون القرون مستقيمة أو منحنية .

تكون البذور الناضجة كروية ملساء ، أو مجعدة . وتحتوى البذور الجافة الملساء على نحو ٤٦ ٪ نشا ، بالمقارنة بنحو ٣٤ ٪ فى البذور المجعدة ؛ أى إن البذور الجافة المجعدة تكون أكثر حلاوة من الملساء . ويحدث تجعد البذور ؛ بسبب انكماش الإندوسبرم عند النضج بدرجة أكبر مما يحدث فى الأصناف ذات البذور الملساء (Watts ١٩٨٠) .

ثالثاً : طرق إجراء التهجينات

يفضل إجراء التلقيحات فى الصباح فى بداية فترة الإزهار ؛ لأن ذلك يساعد على عقد نسبة أكبر من البذور . يبين شكل (٨ – ٢) خطوات عملية التلقيح فى البسلة . يتم أولا خصى أزهار نباتات الأمهات فى اليوم السابق لتفتحها . يكون تويج البرعم – حينئذ – فى مستوى قمة الكأس . يلاحظ فى شكل (٨ – ٢ A) أن أول برعم على اليسار لم يصل بعد إلى العمر المناسب للخصى ، وأن البرعم الثانى فى العمر المناسب ، بينما يكون البرعم الثالث قد تخطى العمر المناسب ، وربما حدث فيه التلقيح بالفعل . وتجرى عملية الخصى بفتح الزورق بسن الملقط (شكل ٨–٢ B) ، وإزالة المتوك باستعمال الملقط (شكل ٨–٢ C) ، ويفضل عدها أثناء إزالتها ؛ للتأكد من عدم ترك أى منها بين ثنايا البتلات ، ثم يفحص



شكل (٨ - ١) : الخريطة الكروموسومية للبسلة.

وتظل المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ثلاثة أيام فى درجة حرارة ١٦°م ، ولكن التلقيح الخلطى نادر فى البسلة ، ويكون - عادة - أقل من ١٪ . وتكون المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح قبل عدة أيام من تفتح الزهرة ، وتحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لعدة أيام بعد تفتح المتوك . ويحدث الإخصاب بعد نحو ٢٤-٤٨ ساعة من التلقيح.

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة البسلة قرن ، يختلف لونها قبل النضج من الأخضر إلى الأخضر المصفر . والقرن مبطن من الداخل بطبقة من الإندوكارب . تظل هذه الطبقة غضة وغير متليفة فى الأصناف التى تؤكل قرونها كاملة ، ولا يتفتح القرن عند النضج .

أما فى الأصناف التى تؤكل بنورها .. فإن هذه الطبقة تجف وتتصلب عند النضج ، ثم يتفتح القرن من الطرزين الظهرى والبطنى . يختلف طول القرن من ٥ - ١٨ سم . وقد تكون القرون مستقيمة أو منحنية .

تكون البذور الناضجة كروية ملساء ، أو مجعدة . وتحتوى البذور الجافة الملساء على نحو ٤٦ ٪ نشا ، بالمقارنة بنحو ٣٤ ٪ فى البذور المجعدة ؛ أى إن البذور الجافة المجعدة تكون أكثر حلاوة من الملساء . ويحدث تجعد البذور ؛ بسبب انكماش الإندوسبرم عند النضج بدرجة أكبر مما يحدث فى الأصناف ذات البذور الملساء (Watts ١٩٨٠) .

ثالثاً : طرق إجراء التهجينات

يفضل إجراء التلقيحات فى الصباح فى بداية فترة الإزهار ؛ لأن ذلك يساعد على عقد نسبة أكبر من البذور . يبين شكل (٨ - ٢) خطوات عملية التلقيح فى البسلة . يتم أولا خصى أزهار نباتات الأمهات فى اليوم السابق لتفتحها . يكون تويج البرعم - حينئذ - فى مستوى قمة الكأس . يلاحظ فى شكل (٨ - ٢ A) أن أول برعم على اليسار لم يصل بعد إلى العمر المناسب للخصى ، وأن البرعم الثانى فى العمر المناسب ، بينما يكون البرعم الثالث قد تخطى العمر المناسب ، وربما حدث فيه التلقيح بالفعل . وتجرى عملية الخصى بفتح الزورق بسن الملقط (شكل ٨-٢ B) ، وإزالة المتوك باستعمال الملقط (شكل ٨-٢ C) ، ويفضل عدها أثناء إزالتها ؛ للتأكد من عدم ترك أى منها بين ثنايا البتلات ، ثم يفحص

الميسم بعدسة مكبرة ؛ للتأكد من خلوه من حبوب اللقاح .

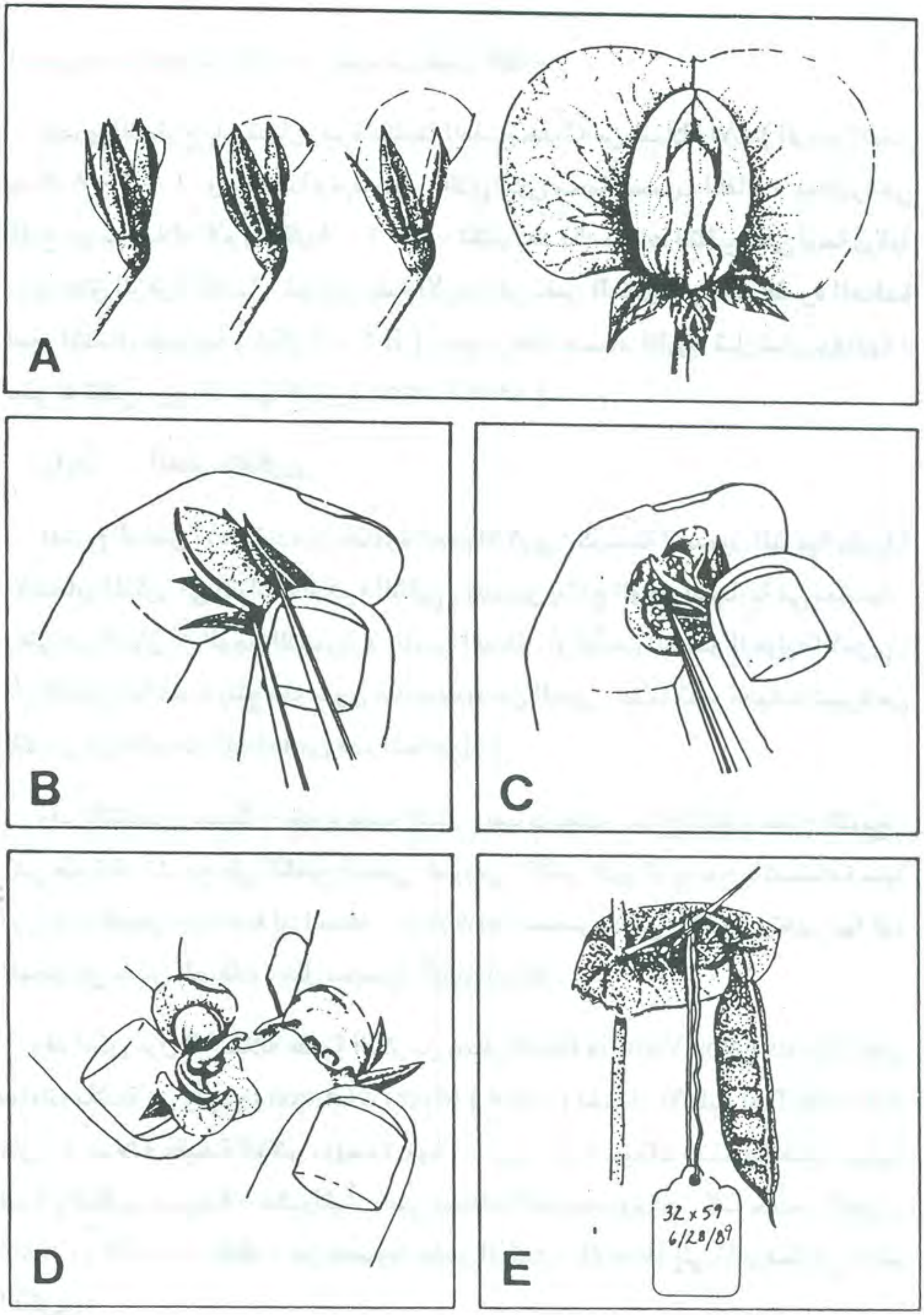
يجرى التلقيح باختيار زهرة مكتملة التفتح حديثاً من سلالة الأب (الرسم الأيمن بشكل ٨ - ٢ A) ، واستخدام ميسمها - الذى يكون محملاً بحبوب اللقاح - مباشرة فى تلقيح ميسم سلالة الأم (شكل ٨ - ٢ D) - تكتب بعد ذلك بيانات التلقيح على لوحة ورقية تعلق بعنق الزهرة الملقحة ، ثم تزال بقية الأزهار فى نفس العنقود ، وتترك الثمرة العاقدة لحين اكتمال نضجها (شكل ٨ - ٢ E) ، مع مراعاة حصاد القرون قبل تمام جفافها ؛ حتى لا تتفتح ، وتسقط منها البذور (Gritton ١٩٨٦) .

رابعاً : العقم الذكرى

اقترح البعض الاستفادة من ظاهرة العقم الذكرى ؛ كوسيلة لتسهيل التربية بطريقة الانتخاب المتكرر فى النباتات الذاتية التلقيح ، وتيسير إنتاج الهجن التجارية فى بعضها . وغنى عن البيان أن الهجن التجارية لا تناسب البسلة ، أو أياً من الخضر البقولية الأخرى ؛ لأن التلقيح الواحد لا ينتج منه سوى عدد محدود من البذور ، بينما تلزم كميات كبيرة من التقاوى لزراعة وحدة المساحة من هذه المحاصيل .

وقد اكتشفت - حديثاً - طفرة عقيمة الذكر ، تميزت بظهور متاع الزهرة خارج التويج ، وهى طفرة قد تشجع على التلقيح الخلطى الطبيعى ؛ الأمر الذى قد يسمح بالاستفادة منها فى إنتاج الهجن ، وخاصة أن البسلة - برغم كونها محصولاً ذاتى التلقيح - تظهر بها قوة الهجين فى بعض الصفات ؛ مثل محصول البذور الجافة .

وقد أمكن عزل ١٣ سلالة عقيمة الذكر من صنف البسلة Dippes gelba Victoria عقب معاملته بأشعة x . وأجرى Myers &Gritton (١٩٨٨) اختبار الآليلية Allelism Test على ١٤ سلالة عقيمة الذكر ، ووجدا أنها تحتوى على ٩ جينات متنحية غير آليلية للعقم الذكرى موزعة - عشوائياً - على مختلف الكروموسومات . كما خُفِّض الجينان ms-3 ، و ms-10 - كذلك - من خصوبة عضو التأنيث ، بالإضافة إلى تأثيرهما فى العقم الذكرى .



شكل (٨ – ٢) : خطوات عملية تلقيح زهرة البسلة . يراجع المتن للتفاصيل .

خامساً : انتخاب السلالة النقية

تعتمد تربية البسلة على تطوير وانتخاب سلالات نقية بالانتخاب المباشر ، أو بعد التهجين ، ومتابعة النسل بطرق التربية الأخرى . وبرغم أن البسلة محصول ذاتى التلقيح .. إلا أنه يتوفر بها قدر من الاختلافات الوراثية ، التى تسمح بانتخاب سلالات نقية منها ، تتفوق على العشائر الأصلية فى صفات معينة ؛ فمثلاً .. أمكن انتخاب نباتات مقاومة للسلالة رقم ٦ من الفطر Fusarium oxysporum f. sp. pisi المسبب لمرض الذبول الفيوزارى بنسبة تقل عن نباتين من كل ١٠٠٠ نبات . كذلك وجدت اختلافات وراثية فى الأصناف التجارية (داخل الصنف الواحد) فى موعد الإزهار ، وعدد العقد حتى الزهرة الأولى ، وطول النبات . كما تمكن Haglund & Anderson (١٩٨٧) من انتخاب سلالتين نقيتين من الصنفين Early Frosty ، و Dark Perfection ، اختلفتا جوهرياً عنهما فى صفات : المحصول ، وعدد الأيام حتى الإزهار ، وعدد السلاميات حتى أول زهرة . وعلى مدى خمس سنوات .. كان محصول السلالتين المنتخبتين أعلى من محصول الصنفين الأصليين بمتوسط قدره ٤٤٪ ، و ٥٦٪ على التوالى . هذا .. بينما لم تختلف السلالتان المنتخبتان عن الصنفين الأصليين فى الصفات المورفولوجية المميزة لكل صنف منهما ؛ مما يستبعد أية فكرة لاحتمال حدوث خلط ميكانيكى لبذور أى من الصنفين مع أصناف أخرى .

وراثة الصفات

يعرف أكثر من ٣٠٠ جين فى البسلة ، وقد كان لبعض هذه الجينات دور هام فى تطور النبات ، ومن أمثلتها مايلى (عن Blixt ١٩٧٩) .

١ - الجين Dpo :

يعتبر Dpo أهم جين فى تطور البسلة المزروعة ؛ فالأليل السائد لا يوجد إلا فى البسلة البرية P.fulvum وبعض السلالات التى كانت تتبع سابقا النوع P.arvense . يؤدى وجود هذا الجين إلى تفتح القرون بطريقة انفجارية explosive ، مع التواء نصفى القرن ، وانتثار البذور . هذا .. وفى حالة وجود الجينين P ، V (انظر رقم ٦) .. فإن القرون تتفتح حتى فى وجود الجين dpo بصورة متنحية أصيلة ، إلا أن البذور لا تنتثر - عادة - فى هذه

الحالة إلا عند إثارتها ميكانيكياً .

٢ – الجينات المتحكمة فى طول الساق وطول وعدد السلاميات :

يؤدى الجين Le إلى زيادة طول الساق والسلاميات . أما آلية المتنحى le .. فيؤدى وجوده بحالة أصيلة إلى أن تأخذ الساق شكل الزجزاج ، كما تجعل النمو محدوداً والمحصول منخفضاً . ويوجد نحو ١٥ جيناً أخرى تؤثر فى طول السلاميات وعددها .

٣ – الجين A :

يوجد هذا الجين بحالة أصيلة فى كل من سلالات البسلة البرية ، ويؤدى إلى ظهور صبغة الأنثوسيانين ، بينما لا يظهر الأنثوسيانين فى أى جزء من النبات عند وجود هذا الجين بحالة متنحية أصيلة ، كما يختفى الطعم المر مع اختفاء الصبغة من قصرة البذرة .

٤ – الجين Fn :

يؤدى وجود هذا الجين بصورة سائدة إلى تكوين زهرة إلى زهرتين بكل حامل نورى peduncle ، بينما تحمل النباتات المتنحية الأصيلة ٣ أزهار أو أكثر بكل حامل نورى.

٥ – صفات الثمار والبذور :

تتحكم الجينات التالية فى صفات القرون :

الجين	الصفة السائدة	الصفة المتنحية
(bloom) Bl	القرون شمعية	القرون غير شمعية
(curved pod) Cp	القرون منحنية	القرون مستقيمة
(green pod) Gp	القرون خضراء	القرون صفراء
(round seed) R	البذور ملساء	البذور مجعدة
I لون فلقات البذرة	صفراء	خضراء
M طعم قصرة البذرة	مرة الطعم	غير مرة الطعم

تظهر الصفة السائدة لملمس البذور ولون الفلقات على بذور الجيل الأول ، ولا يمكن إجراء الانتخاب إلا على بذور الجيل الثانى ، التى تحمل على نباتات الجيل الأول .

٦ – الجينات ألتى تجعل القرون ذاتها صالحة للأكل :

تؤكل قرون البسلة السكرية كاملة ؛ لأنها تخلو من الألياف . وتبعا لـ Wehner & Gritton (١٩٨١ أ) .. فإن هذه الصفة يتحكم فيها ثلاثة جينات ؛ هى : P ، و V ، و N تؤثر فى النبات على النحو التالى :

أ – يؤثر الجينان P، و V فى تكوين الخلايا البرانشيمية المبطنة لجدر القرن من الداخل؛ الأمر الذى يجعلها غير صالحة للأكل ، وتكون حالة التليف بمختلف التراكيب الوراثية الممكنة كمايلى :

التركيب الوراثى	حالة التليف
P - vv	تظهر ألياف فى مواضع قليلة بالسطح الداخلى الداخلى للقرن (semi - parchmented)
pp V -	تظهر خلايا اسكلير نشيمية بامتداد طرزى القرن (semi - parchmented)
pp vv	لا تتكون به أية ألياف (non - parchmented)
P - V -	تتكون خلايا برانشيمية مبطنة لجدار القرن (Parchmented)

ب – الجين N :

يؤثر هذا الجين على صفات القرون ؛ حيث تتميز النباتات المتنحية الأصيلة (nn) بالصفات التالية :

(١) تكون جدر قرونها أسمك بمقدار ٣ر١ – ٢ مثل القرون العادية التى تحمل الجين السائد (-N) .

(٢) تكون قرونها أقصر بمقدار ١٧ – ٢١ ٪ ، ويقل قطرها بمقدار ٢٧ – ٣٢ ٪ عن القرون العادية .

(٣) تكون الخلايا البرانشيمية الموجودة فى جدر القرن أكثر عددا ، وأكبر حجماً .

(٤) يزيد انحناء قرونها بمقدار ١٠ – ١٥ ٪ على القرون العادية .

ومن أهم الأصناف السكرية (التى تؤكل قرونها كاملة) فى الوقت الحاضر الصنف Sugar Snap .

يتحدد محصول البسلة (W) بعدد من المكونات ؛ هى : عدد القرون بالنبات (X) ، وعدد البذور بالقرن (Y) ، ومتوسط وزن البذرة (Z) ، وعدد البذر بالنبات .

وقد وجدت اختلافات بين سلالات البسلة فى عدد البويضات بالمبيض ؛ حيث تراوحت من ٤ - ١٢ بويضة أو أكثر . وتعد هذه الصفة أقل تأثراً بالعوامل البيئية من صفة عدد البذور بالقرن . وتبين من دراسات Marx & Mishanec (١٩٦٢) على هذه الصفة فى السلالة P.I. 236493 - التى تنتج حتى ١٢ بويضة بالمبيض ، والتى لقحت مع خمس سلالات تنتج بويضات يقل عددها بمقدار ١٠ - ٢٠ ٪ عما فى هذه السلالة - أن هذه الصفة بسيطة ، وأن العدد القليل من البويضات بالمبيض يسود على العدد الكبير .

وأوضحت دراسات Krarup & Davis (١٩٧٠) أن يتحكم فى محصول البسلة ومكوناته نظام وراثى إضافى ، مع انحراف بسيط عن التأثير الإضافى ، خاصة بالنسبة لكل من X، Y ، وعدد البذور بالنبات . وتراوحت درجة التوريث من ٣٨ ر٠ لعدد البذور بالنبات إلى ٦٥ر٠ لمتوسط وزن البذرة (Z) . وكان أعلى ارتباط للمحصول (W) مع (X) ، وتلاه الارتباط مع (Y) ، ثم مع (Z) . ويعتقد الباحثان أن (X) هى أفضل دليل للانتخاب للمحصول فى البسلة الجافة .

وفى دراسة أخرى .. قدر Pandey & Gritton (١٩٧٥) درجة التوريث - على النطاق الضيق - بنحو ٨ ٠ر٠ فقط بالنسبة لصفة محصول البذور الجافة (W) ، بينما ارتفع التقدير إلى ٨٠ ر٠ بالنسبة لصفة متوسط وزن البذرة (Z) .

وحاول مربو البسلة زيادة المحصول - بتربية أصناف تحتوى على عدد أكبر من القرون عند كل عقدة - واكتشفت طفرات بها ٣ قرون عند كل عقدة ، واستخدمت فى إنتاج أصناف محسنة تحتوى على هذه الصفة ، إلا أنه لم تحدث زيادة كبيرة فى المحصول نتيجة لذلك ؛ مقارنة بالزيادة التى حدثت عند زيادة العدد من قرن إلى قرنين عند كل عقدة . وكان مرد ذلك إلى أن الأصناف ذات القرون الثلاثة - عند كل عقدة - كانت قرونها أقصر ، وازدادت فيها نسبة البويضات التى تفشل فى إكمال نموها .

وتتوفر اختلافات وراثية فى عدد الأزهار عند كل عقدة ؛ حيث يصل إلى ست أزهار وأكثر ، كما تتوفر تباينات وراثية أخرى فى حجم القرن ، إلا أن ذلك كله يرتبط بحجم البذرة ، الذى يصبح عاملاً محدداً فى حالة زيادة عدد القرون ، أو عدد البذور بالنبات .

التربية للتحكم فى شكل وطبيعة نمو نبات

تتوفر فى البسلة ثلاث طفرات متنحية فى شكل وطبيعة نمو البسلة ؛ وهى : af التى تؤدى إلى تحول الوريقات إلى محاليق ، و tl التى تحول المحاليق إلى وريقات ، و st التى تجعل الأذينات صغيرة .

وقد قام Wehner & Gritton (١٩٨١) بمقارنة ثمانى سلالات ذات أصول وراثية متشابهة تقريباً near isogenic lines ، وتختلف فقط فى واحد أو أكثر من الجينات الثلاثة السابقة .. أى إن هذه السلالات كانت كمايلى : طبيعية تماماً وطفرية فى af فقط ، وطفرية فى st فقط ، وطفرية فى af و tl ، وطفرية فى af و st (بدون أوراق كلية) ، وطفرية فى tl وst ، وطفرية فى af و tl و st (شكل ٨ - ٣) . وقد قارن الباحثان هذه السلالات فى موقعين مختلفين لمدة عامين ، وكانت نتائجهما كمايلى :

١ - انخفض محصول السلالتين af af tl tl st st ، و af af Tl Tl st st عن محصول السلالة الطبيعية ، بينما تساوى محصول بقية السلالات الطفرية مع محصول السلالة العادية .

٢ - ظهر ارتباط جوهرى موجب بين المحصول والمساحة الورقية .

٣ - كانت السلالتان af af Tl Tl St St ، و af af Tl Tl st st أكثر مقاومة للرقاد من السلالة الطبيعية تماماً .

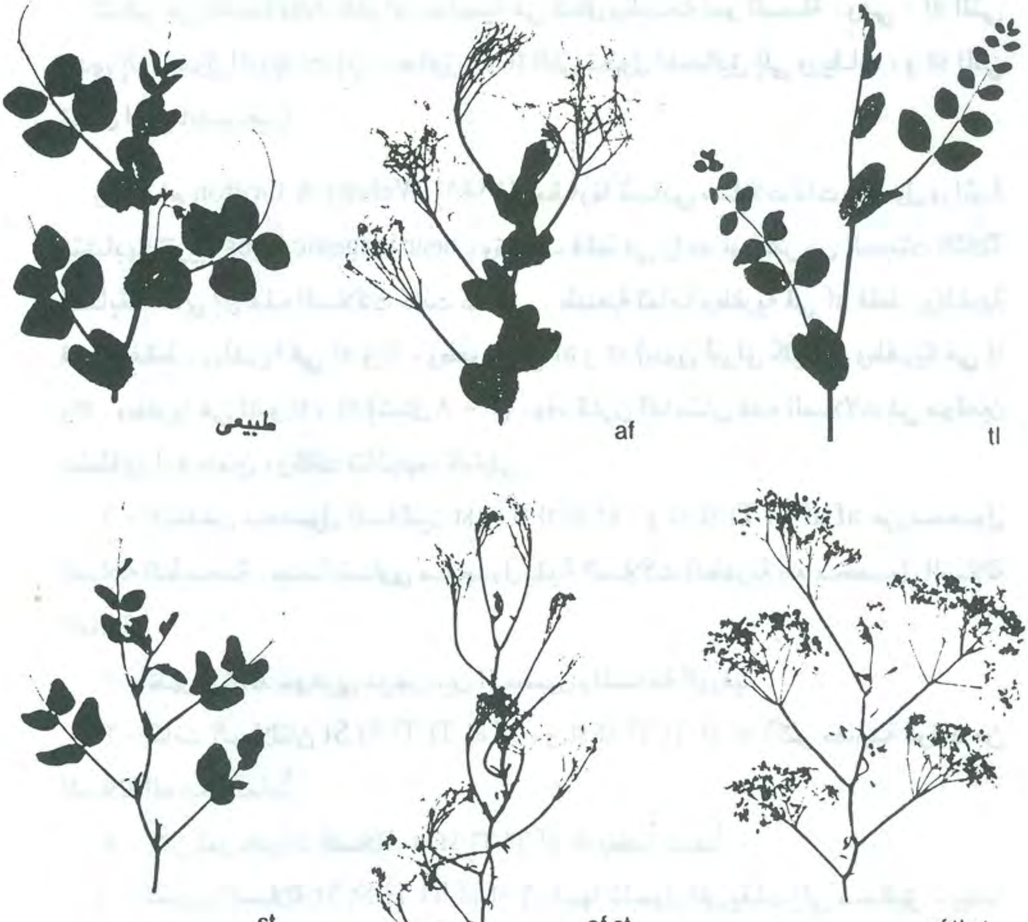
٤ - كان نمو بادرات السلالة af af Tl Tl st st بطيئاً نسبياً .

٥ - تميزت السلالة af af Tl Tl St St (وفيها تتحول الوريقات إلى محاليق ، بينما تبقى المحاليق والأذينات على حالها) بتساوى محصولها مع النباتات الطبيعية ، بينما اختلفت عنها - كثيراً - مورفولوجياً . ومن أهم المزايا التى يحققها هذا الجين (af) مايلى :

أ - تسهيل عملية الحصاد .

ب - تسهيل جفاف المحصول فى حقول إنتاج البذور الجافة .

جـ – تقليل انتشار الإصابات المرضية خاصة فى المناطق الرطبة .
د – تقليل رقاد النباتات .



شكل (٨–٣) : أشكال طفرات النمو الخضرى af ، و tl ، و st فى البسلة . يراجع المتن للتفاصيل .

هذا .. علماً بأن استخدام هذا التركيب الوراثى فى الزراعة لاتلزم معه زيادة كثافة الزراعة ، وذلك خلاف التركيب الوراثى af af Tl Tl st st (الذى يكون خالياً تماماً من

الأوراق) ، الذى يتطلب زيادة كثافة الزراعة لزيادة المحصول فى وحدة المساحة (Hedley & Ambrose ١٩٨١) .

وفى دراسة على معدلات النمو فى هذه السلالات .. قارن Pyke & Hedley (١٩٨٣) ثلاث سلالات ؛ هى: العادية Af Af Tl Tl St St ، والنصف ورقية af af Tl Tl St St ، والخالية من الأوراق af af Tl Tl st st ، وتبين لهما أن معدل النمو النسبى Relative Growth Rate كان واحداً فى كل من الطرازين الطبيعى والنصف ورقى ، ولكنه كان منخفضاً فى الطراز الخالى من الأوراق .

توجد طفرة طبيعية أخرى فى البسلة يطلق عليها اسم fasciation ، ويتحكم فيها جين متنحٍ يأخذ الرمز fa . تختلف درجة نفاذية (Penetrance) هذا الجين ومدى ظهور تأثيره (expressivity) .

وعندما يظهر تأثيره بوضوح .. تأخذ ساق النبات شكلا مبططاً وعريضاً ، ويتركز الإثمار فى قمة النبات خلال فترة زمنية قصيرة ؛ الأمر الذى يعنى وصول نسبة أعلى من البذور إلى مرحلة النضج الاستهلاكى فى وقت واحد . ولكن يعيب هذه الصفة أنها تكون مصاحبة بعدد أقل من البذور بالقرن ، وبسرعة الوصول إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد ، وبزيادة الحساسية للظروف البيئية السيئة إذا كان حدوثها خلال فترة الإزهار (Gritton ١٩٨٦) .

التربية لتحسين القيمة الغذائية

أوضح Pandey & Gritton (١٩٧٥) أن نسبة البروتين بالبذور لاتظهر بها قوة هجين ، وقدَّرا درجة توريث هذه الصفة بنحو ٥٤ – ٦٧ ٪ على النطاق العريض ، ونحو ٤٥ – ٦٧ ٪ على النطاق الضيق .

التربية للصلاحية للحصاد الآلى

إن أهم الصفات التى يجب توافرها فى الأصناف التى تصلح للحصاد الآلى هى مايلى:
١ – العقد المركز ؛ ليمكن حصاد أكبر قدر ممكن من المحصول لدى حصاده مرة واحدة آلياً .

٢ - إنتاج عدد كبير من القرون عند كل عقدة .

وقد أوضحت دراسات Ibarbia & Bienz (١٩٧٠) على سلالات بسلة - تحمل ١ - ٣ قرون عند كل عقدة - أن هذه الصفة كمية ، ويتحكم فيها ٨-٩ أزواج من العوامل الوراثية ، كما كانت درجة توريثها منخفضة ؛ حيث قدرت على النطاق العريض بنحو ٥٠ ٪ ، ولم يشكل التباين الإضافى سوى ١٧ ٪ من التباين الكلى .

التربية للاستجابة للفترة الضوئية

وجد Gottschalk (١٩٨٣) أن الجين efr الذى يتحكم فى التبكير فى الإثمار يؤدى - عند وجوده فى صورة متنحية أصيلة - إلى جعل النبات غير قادرة على الإزهار الطبيعى فى ظروف النهار القصير ؛ حيث تتهيأ النباتات للإزهار بصورة طبيعية ، إلا أنها لا تنتج سوى براعم زهرية صغيرة لاتنمو ولاتتطور إلى أزهار . أما فى ظروف النهار الطويل .. فإن هذا التأثير لا يظهر إلا فى البراعم الزهرية الأولى ، أما بعد ذلك .. فإن الأزهار تتكون بصورة طبيعية .

كذلك وجد جين آخر هو fds يقوم فعل الجين efr يقوم بتثبيط فعل الجين efr فى النهار القصير .

التربية لمقاومة الآفات

١ - التربية لمقاومة مرض الذبول الفيوزارى

تصاب البسلة بالفطر F. <u>oxysporium</u> f. <u>pisi</u> الذى توجد منه سلالتان : تسبب إحداهما (السلالة رقم ١) المرض المسمى ذبول البسلة Pea Wilt ، وتسبب السلالة الأخرى (رقم ٢) مرض ذبول البسلة القريب Pea Near Wilt . تتوفر المقاومة لكلتا السلالتين فى عدد كبير من أصناف البسلة ، ويتحكم فيهما جينان متنحيان ؛ هما : fw الذى يوفر المقاومة للمرض الأول ، و fnw الذى يوفر المقاومة للمرض الثانى .

تؤثر درجة الحرارة كثيراً على ظهور الإصابة بالمرض فى كل من النباتات المقاومة والقابلة للإصابة ؛ حيث إن درجة ٢١°م تناسب اختبار المقاومة للسلالة رقم ١ ، بينما تظهر

الإصابة على جميع النباتات – حتى المقاومة منها – فى درجة ٢٨°م .

أما بالنسبة للسلالة رقم ٢ .. فإن أعراض الإصابة تظهر ببطء شديد فى حرارة ٢٠° ، أو ٢٨°م ، بينما تزيد سرعة الإصابة فى حرارة ٢٤°م .

يؤدى تجريح الجذور إلى تجانس الإصابة ؛ ويتم ذلك بتقليع البادرات بعد نحو ١٠ أيام من زراعة البذور فى الرمل ، ثم تقليم الجذر الرئيسى والجذور الجانبية أثناء غمرها فى معلق من ميسيليوم وجراثيم الفطر ، على أن يكون التقليم على مسافة ثابتة أسفل الفلقات ، ثم يعاد شتل البادرات فى الرمل . يجرى الاختبار فى حرارة ٢١°م ، وهى الدرجة التى يمكن عندها التمييز بوضوح بين النباتات المقاومة والقابلة للإصابة . وتقيم النباتات بعد ٢٠ يوماً من العدوى بالفطر (عن Walker ١٩٦٥) .

٢ – التربية لمقاومة مرض عفن أفانوميسس بالجذور

يسبب الفطر Aphanomyces euteiches مرض عفن أفانوميسس الجذور فى البسلة . تتوفر صفة القدرة على تحمل الإصابة بالفطر ، ولكن لاتوجد مصادر للمقاومة . ويلزم – عند إجراء اختبارات التقييم – التحكم فى عديد من العوامل ؛ ليمكن التمييز بين النباتات القابلة للإصابة وتلك التى تحمل درجات متوسطة من المقاومة . ومن أهم العوامل التى تجب مراعاتها مايلى :

١ – الزراعة على عمق ٢سم فى وسط رملى .

٢ – عدوى البادرات وهى بطول ٢ – ٥سم ، وفى عمر ٤ – ٦ أيام .

٣ – استعمال مزارع فطرية فى عمر ٤ – ٥ أيام فى عدوى النباتات .

٤ – استعمال معلق الجراثيم السابحة zoospores بتركيز ٥ر١ × ١٠°م / مل فى عدوى النباتات .

٥ – استعمال هذا المعلق بمعدل ١٠ مل لكل ٢٥ سم من خط الزراعة .

٦ – إضافة معلق الجراثيم أقرب ما يمكن إلى خط الزراعة .

٧ – تشبيع الرمل بالماء مرة بعد العدوى .

٨ – إجراء الاختبار فى درجة حرارة ٢٤°م .

٩ – تقييم النباتات بعد ١٢ يوماً من العدوى (عن Walker ١٩٦٥) .

هذا .. وقد أوضحت دراسات Shehata وآخرين (١٩٨٣) أن سلالة البسلة Minneso-ta 108 - التى تعد متوسطة المقاومة للفطر المسبب للمرض - قادرة على تكوين جذور عرضية سريعاً خلال المراحل المبكرة من الإصابة . ووجد أن مقاومة هذه السلالة كمية ، وقدرت درجة توريثها - على النطاق العريض - بنحو ٤٥ر٠ - ٥٧ ر٠ .

٣ - التربية لمقاومة عفن الجذور الرايزكتونى

يسبب الفطر Rhizoctoni solani عفناً لجذور وقواعد سيقان نباتات البسلة . تتوفر المقاومة لهذا الفطر ، وقد وجد Shehata وآخرون أنها كمية ، وتتراوح درجة توريثها على النطاق العريض من ٣٩ ر٠ - ٤٤ر٠ .

٤ - التربية لمقاومة عفن الجذور الفيوزارى

يسبب الفطر Fusarium solani f. pisi مرض عفن الجذور الفيوزارى فى البسلة . يتم التقييم للمقاومة بنفس الطريقة التى سبقت الإشارة إليها بالنسبة لمرض عفن أفانوميسس الجذور ، مع مراعاة أن تكون زراعة البذور على عمق ٥ سم ، والعدوى بعد الزراعة مباشرة بمعلق من جراثيم الفطر الكونيدية بتركيز ١ × ١٠^٦ جرثومة / مل ، مع إجراء الاختبار على درجة ٢٨ - ٣٢°م .

٥ - التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يسبب الفطر Erysiphe pisi مرض البياض الدقيقى فى البسلة . وتتوفر عدة أصناف تجارية مقاومة للمرض؛ منها Stratagen، و Mexique (من فرنسا) ، و Hylgro ، و Pauli، و Rondo (من هولندا) ، و SVP 951 ، و SVP 952 (من بيرو) ، و SVP 950 (من هاواى) ، و SVP 942 (من الولايات المتحدة) (عن Heringa وآخرين ١٩٦٩) . وفى مصر .. قيم المؤلف (بحوث غير منشورة ١٩٧٢) ٢٠ صنفاً من البسلة ، ووجد أن الصنف Aurora كان خالياً تماماً من أعراض الإصابة ، بينما أصيبت بقية الأصناف بشدة .

هذا .. ويتحكم فى مقاومة البياض الدقيقى عاملان وراثيان متنحيان هما : er_1 الذى يكسب النبات كله مقاومة ضد الفطر ، والجين er_2 الذى يكسب الأوراق - فقط - مقاومة ضد الفطر (Kumar & Singh ١٩٨١) .

٦ - التربية لمقاومة لفحة أسكوكيتا

يطلق اسم لفحة أسكوكيتا على ثلاثة أمراض تسببها ثلاثة فطريات ؛ هى : Aschochyta pinodes ، و A. pinodella ، و A. pisi . تتوفر المقاومة لكل من الفطرين A. pinodes ، و A. pinodella فى الصنف Austrian Brown ، ويتحكم فى وراثتها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية السائدة (عن Walker ١٩٦٩) . كما وجد Rastogi & Saini (١٩٨٤) أن الصنف Kinnauri مقاوم بدرجة عالية للفطر A. pinodella ، وأن مقاومته بسيطة وسائدة . كذلك تتوفر المقاومة ضد الفطر فى السلالة A-100 التى يشكل أديم البشرة فيها عائقاً طبيعياً أمام الفطر .

وتتوفر المقاومة للفطر A. pisi فى الصنف Creamette ، والسلالات A-100 ، وO.A.C. 181 التى تقاوم كل منها سلالة أو أكثر من سلالات الفطر . ويتحكم فى مقاومة السلالة A-100 زوجان من العوامل الوراثية السائدة ، التى يكفى أى منها - منفرداً - لظهور المقاومة . وتظهر المقاومة فى السلالة O.A.C. 181 ؛ نتيجة لحدوث تفاعل بين العائل والطفيل بعد اختراق الفطر لأنسجة النبات .

٧ - التربية لمقاومة فيرس تخطيط البسلة Pea Streak Virus

تتوفر المقاومة لفيرس تخطيط البسلة ، ويتحكم فيها عامل وراثى واحد سائد ، ولكن فعل هذا الجين يتأثر بكل من العوامل البيئية ، ودرجة ضراوة الفيرس ، وربما يتأثر - كذلك - ببعض العوامل الوراثية المحورة (Baggett وآخرون ١٩٧١) . وعلى النقيض من ذلك .. كان Walker (١٩٦٥) قد ذكر أن المقاومة يتحكم فيها عامل وراثى واحد متنح ، لكنه يوجد - دائماً - نقص فى عدد النباتات المتوقعة للإصابة فى الجيل الثانى ؛ أى لا تكون نفاذية الصفة كاملة .وقد أرجع ذلك إلى أن اختبار المقاومة لم يجر فى درجة الحرارة المثالية .

ويذكر Walker أنه عندما يجرى الاختبار على درجة ١٨°م أو أقل لاتظهر الأعراض إلا على النباتات الأصيلة فى الجين المسئول عن القابلية للإصابة ؛ وبذا .. تكون المقاومة

سائدة .أما عندما يجرى الاختبار فى درجة ٢٧°م .. فإنه لا تفلت من الإصابة سوى النباتات الأصيلة فى صفة المقاومة ؛ وبذا .. تكون المقاومة متنحية ؛ أى إنه يمكن التمييز بين مختلف التراكيب الوراثية بالتحكم فى درجة الحرارة التى يجرى عندها اختبار المقاومة .

مصادر إضافية عن وراثة وتربية البسلة

لمزيد من التفاصيل عن وراثة وتربية البسلة .. يراجع : Wade (١٩٣٧) ، و Blixt (١٩٧٤ ، ١٩٧٩) ، و Davies (١٩٧٦) ، و Gritton (١٩٨٦) .

تربية الفاصوليا

تزرع الفاصوليا إما لأجل قرونها الخضراء ، وإما لأجل بذورها الجافة . وتعرف الفاصوليا الخضراء فى الإنجليزية باسم snap beans ، أو garden beans ، بينما تعرف الفاصوليا الجافة باسم dry beans ، أو field beans وتعرف الفاصوليا – سواء أكانت خضراء ، أم جافة – بالاسم العلمى Phaseolus vulgaris L. .

الموطن وتاريخ الزراعة

يضم الجنس Phaseolus نحو ١٥٠ نوعاً من النباتات الحولية والمعمرة ، تنتشر زراعتها فى المناطق الاستوائية من أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية . تعتبر أمريكا الجنوبية موطن عدة أنواع من الفاصوليا – بما فى ذلك الفاصوليا العادية – وقد استعملها الهنود الحمر فى غذائهم ، ثم انتقلت زراعتها من أمريكا الجنوبية إلى أوروبا وبقية أرجاء العالم عقب اكتشاف الأمريكتين . كانت الأصناف الأولى كثيرة الألياف (string bean) ؛ ويرجع إلى كينى (Calvin N. Keeney) الفضل فى إنتاج أصناف خالية من الألياف (stringless bean) ، وكان ذلك حوالى عام ١٨٩٠ . وقد مارس كينى تربية النبات – كفن وهواية – قبل اكتشاف دراسات مندل بعدة سنوات (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧) . ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الفاصوليا .. يراجع Hedrick (١٩١٩ ، ١٩٣١) .

السيتولوجى ، والتطور ، والأنواع البرية والقريبة ، والهجن النوعية

إن جميع أنواع الجنس Phaseolus – بما فى ذلك الفاصوليا العادية – ثنائية

التضاعف ، وفيها ٢ن = ٢س = ٢٢ . وقد تناول Smartt (١٩٧٦) - بالتفصيل - تطور مختلف الأنواع المحصولية التابعة للجنس .

إن كثيراً من الصفات التى تتميز بها الأصناف التجارية الحديثة - حالياً - لم تكن موجودة فى الحالة البرية ؛ لأنها لا تناسب بقاء النوع وقدرته على المنافسة فى الظروف الطبيعية . ولاشك فى أن تلك الصفات نشأت كطفرات من الحالة البرية ، وهى طفرات لم تكن لتبقى لولا تدخل الإنسان - منذ أقدم العصور - الذى رأى فيها ما يناسب حاجته . ومن أمثلة الصفات الوراثية التى تطورت بهذا الشكل مايلى :

١ - النمو المحدود الذى يناسب الزراعة الكثيفة والحصاد الآلى ، مقابل صفة النمو غير المحدود التى تناسب استمرار بقاء النبات فى الظروف الطبيعية .

٢ - القرون الخالية من الألياف stringless ، مقابل صفة القرون ذات الألياف ، التى تفيد فى تفتح القرون بقوة عند النضج ؛ ممايسمح بانتشار البذور وزيادة قدرة النبات على البقاء .

٣ - القرون المستديرة مقابل صفة القرون المبططة .

٤ - عدم الاستجابة للفترة الضوئية عند الإزهار ، مقابل صفة الإزهار فى النهار القصير ، وهى الفترة الضوئية السائدة فى المناطق الاستوائية التى نشأت فيها الفاصوليا .

٥ - النمو المتوسط المتوازن ، مقابل حالة التعملق gigantism التى تظهر فى الحالة البرية، والتى تساعد على زيادة قدرة البنات على تحمل الظروف القاسية(عن Silbernagel ١٩٨٦) .

يبين جدول (٨ -١) نتائج عدد كبير من محاولات التهجين بين الفاصوليا Phaseolus vulgaris وبعض الأنواع الأخرى التابعة للجنس Phaseolus (عن Baggett ١٩٦٥، Watts ١٩٨٠) . وقد ذكرت بالجدول تلقيحات جنسية مع أنواع تابعة للجنس Vigna ؛ لأن هذه الأنواع كانت تتبع الجنس Phaseolus عندما جرت محاولة تهجينها مع الفاصوليا ، قبل أن تنتقل إلى الجنس Vigna فى وقت لاحق . وجدير بالذكر أن معظم الهجن النوعية تكون ناجحة عند استخدام P. vulgaris كأم . كما أن نباتات نسبة كبيرة من الهجن النوعية تعانى نقصاً فى الكلوروفيل وتأخراً فى النمو .

جدول (٨-١) : نسبة نجاح الهجن النوعية فى الجنس Phaseolus ، والهجن الجنسية بين الفاصوليا وأنواع الجنس Vigna .

الهجين	نسبة النجاح (٪)
P. vulgaris x P. coccineus	عقد البذور : ٤٢ – ٧٢ ٪ عقد القرون : ٢٩ – ٥٦ ٪
P. coccineus x P. vulgaris	عقد البذور : ٥ ر٠ – ٦ ر٧ ٪ عقد القرون : ٢ ر ٥ – ٠ ر١١ ٪
P. vulgaris x P. dumosus	١٠ – ١٢ ٪
P. acutifolius x P. coccineus	هجين واحد ذات أزهار عقيمة
P. coccineus x P. acutifolius	صفر
P. acutifolius x [P. vulgaris x (P. vulgaris x P. coccineus)]	صفر
P. coccineus x P. lunatus	قليل من الهجن العقيمة
P. lunatus x P. coccineus	صفر
P. vulgaris x P. acutifolius	٤ هجن بعد زراعة الأجنة
(P. vulgaris x P. coccineus) x P. vulgaris	٦ ر٤٦ ٪
P. vulgaris x (P. vulgaris x P. coccineus)	٦ ر ٥٤ ٪
(P. vulgaris x P. coccineus) x P. coccineus	٢٤٪
P. coccineus x (P. vulgaris x P. coccineus)	٦ ر ١٩ ٪
P. vulgaris x P. olyanthus	ممكن
P. vulgaris x P. xanthotrichus	ممكن
P. vulgaris x P. glabellus	ممكن
P. vulgaris x V . mungo (P. mungo: سابقا)	ممكن
P. vulgaris x P. lathroides	ممكن
P. vulgaris x P. atropurpureus	ممكن
P. vulgaris V. aureus (P. aureus: سابقا)	صفر
P. vulgaris x V. angularis(P. angularis: سابقا)	صفر
P. vulgaris x V. calcaratus (P. umbellata : سابقا)	صفر
P. vulgaris x V. radiatus (P. radiatus : سابقا)	صفر

ينجح التهجين بين P. vulgaris ، و P. coccineus بدرجات متفاوتة من الخصوبة . ويكون التهجين أسهل عند استخدام P. vulgaris كأم (Evans ١٩٧٦) . يحدث هذا التهجين فى الطبيعة كذلك دونما تدخل من الإنسان ، وتتراوح نسبة نجاحه فى الطبيعة من صفر – ٦,٨ ٪ ؛ ويتوقف ذلك على الجيرمبلازم الملقح معاً . وقد كانت التلقيحات الطبيعية بنسبة عالية بين صنف الفاصوليا العادية Tendergreen، وسلالة P. coccineus رقم P.I. 223803 . هذا .. مع العلم بأن نسبة كبيرة من أزهار الصنف Tendergreen لم تكن طبيعية تماما ؛ حيث لم تكن بعض بتلات العلم والزورق كاملة النمو (Rutger & Beckham ١٩٧٠) . وأمكن إنتاج التهجين العكسى بين P. coccinues كأم ، والفاصوليا كأب ؛ بإضافة بيئة مغذية إلى مياسم الأزهار الملقحة ، مع استخدام بيئات زراعة الأجنة (Hucl & Scoles ١٩٨٥) .

وقد أمكن تهجين النوع P. acutifolius مع كل من النوعين P.vulgaris ، وP. coccineus ، إلا أن الهجن النوعية الناتجة كانت عقيمة (عن Baggett وآخرين ١٩٦٥، و Evans ١٩٨٦) . لكن Pratt وآخرين (١٩٨٥) تمكنوا من إنتاج هجن بتلقيح النوع P. acutifolius كأب مع فاصوليا عادية ذات خلفية وراثية عريضة من عدة أصناف كأم .

وقد اختلفت نباتات الجيل الأول – كثيراً – فى خصوبتها ، إلا أن نسبة الخصوبة ازدادت مع كل تلقيح رجعى .

ولم يكن إجراء التهجين بين P.lunatus كأم ، وكل من P.vulgaris ، و P.coccineus ، و P.acutifolius var. latifolius كآباء (عن Evans ١٩٧٦) . وفى المقابل .. فقد نجحت الهجن النوعية التالية P. coccineus كأم مع P.lunatus كأب ، و P.lunatus كأم مع P.polystachys كأب (عن Baggett ١٩٦٥) .

ويذكر Leonard وآخرون (١٩٨٧) أن الهجين النوعى بين P.vulgaris كأم ، وL. lunatus كأب صعب للغاية ؛ نظراً لأن الجنين النامى يضمحل فى المراحل المبكرة من

تكوينه ، وتلزم زراعته فى بيئات الأجنة للمحافظة عليه . وقد وجد الباحثون أن نمو الجنين الهجين فى البيئة الصناعية أبطأ كثيراً من نمو الجنين الناتج من التلقيح الذاتى للفاصوليا ؛ الأمر الذى يجعل من الممكن التميز بينهما فى حالة إجراء تلقيح مختلط بحبوب لقاح النوعين .

ومن أهم الصفات التى تتوفر فى مختلف أنواع الجنس Phaseolus ، والتى يُرغب فى نقلها من نوع لآخر مايلى (عن Hucl & Scoles ١٩٨٥) :

النوع	الصفات المرغوبة
P. acutifolius	المقاومة لمرض اللفحة البكتيرية العادية ، وتحمل الحرارة والجفاف
P. coccineus	المقاومة لفيرس موزايك الفاصوليا العادى ، وأعفان الجذور ، والعفن الأبيض ، وتحمل البرودة ، وقشرة التربة الصلبة soil crusts
P. lunatus	المقاومة لعفن الجذور الفيوزارى واللفحة البكتيرية العادية ، وصفة قصرة البذرة الخضراء اللون
P. wrightii	تحمل تشبع التربة بالماء ، والصقيع
P. ritensis	تحمل البرودة

ويذكر الباحثان أن جيرمبلازم الفاصوليا – الذى حصل على بعض صفاته من الأنواع البرية القريبة – قليل للغاية ، وينحصر فيمايلى :

١ – كل سلسلة أصناف الـ Great Northern ، التى حصلت على صفة القدرة على تحمل اللفحة البكتيرية العادية من النوع P. acutifolius . وبرغم أن هذا النوع البرى منيع ضد اللفحة ، إلا أن الأصناف التجارية قادرة – فقط – على تحمل الإصابة ؛ لأن بعض جينات المقاومة فقدت أثناء محاولات نقلها من النوع البرى .

٢ – بعض أصناف الفاصوليا الجافة ؛ مثل Gloria ، و Roza ، و Viva التى حصلت على قدرتها على تحمل الإصابة بعفن الجذور الجاف (الفيوزارى) من سلالة الفاصوليا N 203 ، التى استمدت مقاومتها – أصلاً – من النوع P. coccineus .

٣ – سلالة الفاصوليا NY- 221412 المقاومة لعفن الجذور الجاف

(Fusarium solani) ، وعفن الجذور الأسود (Thielaviopsis basicola) ، وRhizoctonia solani و Pythium ultimum التى نقلت إليها من النوع P. coccineus.

ولمزيد من التفاصيل عن الهجن النوعية بين الفاصوليا والأنواع الأخرى القريبة .. يراجع Hucl & Scoles (١٩٨٥) .

أسس التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

أولا : الإزهار والتلقيح

تحمل أزهار الفاصوليا فى نورات عنقودية غير محدودة ، يتكون كل منها من ٣ – ٨ أزهار ذات أعناق قصيرة . والأزهار كبيرة خنثى وحيدة التناظر . يمتد التويج خارج الكأس ، ويتكون الزورق (البتلتان الأماميتان) على شكل منقار طويل يحيط بالأعضاء الأساسية للزهرة . يختلف لون التويج فى الأصناف المختلفة ؛ فقد يكون أبيض ضارباً إلى الصفرة ، أو أصفر ، أو وردياً ، أو بنفسجياً . . وتتكون الكأس من خمس سبلات غير ملتحمة . أما الطلع .. فيتكون من ١٠ أسدية ، تلتحم تسع منها وتشكل أنبوبة سدائية تغلف المبيض . أما العاشرة – وهى الخلفية – فتبقى سائبة . والمبيض طويل ، ويتكون من كربلة واحدة ، والقلم طويل ، وينحنى مع الزورق . والميسم طويل وملتو ومغطى بشعيرات .

تتفتح الأزهار بين السابعة والثامنة صباحاً ، ويحدث ذلك بعد أن تتفتح المتوك فى الليلة السابقة . ولا تغلق الأزهار ثانية ، ولكن البتلات تذبل بعد أيام قليلة من تفتح الزهرة . والتلقيح الذاتى هو السائد ، كما تحدث نسبة بسيطة من التلقيح الخلطى لا تتجاوز ١٫٥ ٪ ، ويتوقف مقدارها على الصنف ، والظروف الجوية السائدة ، ومدى توفر الحشرات الملقحة ؛ مثل : نحل العسل ، والنحل الطنان ، والتربس (Hawtorn & Pollard ١٩٥٤) . وتزداد نسبة التلقيح الخلطى فى المناطق الاستوائية ؛ حيث يكون النشاط الحشرى كبيراً . ويحدث التلقيح الخلطى عندما تقف نحلة ثقيلة على جناح الزهرة ؛ حيث يؤدى ذلك إلى بروز الميسم؛ مما يعرضه لحبوب لقاح غريبة تنقلها إليه نحلة .

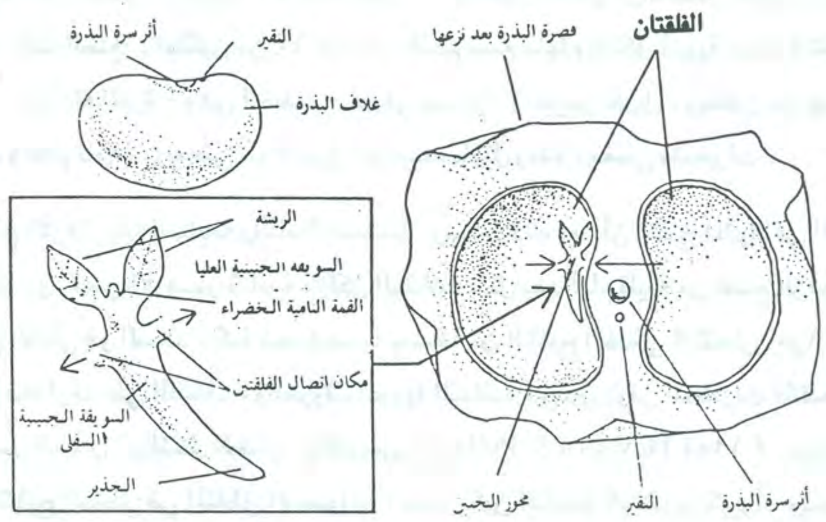
وربما لا يحدث أى تلقيح خلطى فى الفاصوليا فى غياب النحل . ويزور النحل الأزهار ؛ لجمع الرحيق وحبوب اللقاح ، ولكن ذلك أمر نادر الحدوث (McGregor ١٩٧٦) . تبدأ حبة

اللقاح فى الإنبات بعد نحو ٤ – ٥ ساعات من التلقيح ، وتصل أنبوبة اللقاح إلى فتحة النقير بعد نحو أربع ساعات أخرى .

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة الفاصوليا قرن طويل ، يظل محتفظاً بقلم الزهرة فى طرفه ، بينما لا تكون الكأس مستديمة . وتختلف صفات القرن باختلاف الأصناف ، فقد يكون مستقيماً أو منحنياً ، مستديراً أو مبططاً فى المقطع العرضى ، وذا لون أخضر ، أو أصفر شمعى أو مخطط .

تتكون البذرة من الجنين والغلاف البذرى . وتشكل الفلقتان معظم حجم الجنين ، وتخزن بهما كميات كبيرة من البروتين والمواد الكربوهيدراتية . والبذرة كلوية الشكل ، وتختلف – من حيث اللون والحجم – باختلاف الأصناف . ويبين شكل (٨ – ٤) تركيب بذرة الفاصوليا .



شكل (٨ – ٤) : تركيب بذرة الفاصوليا (عن Halfare & Barden ١٩٧٩) .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيحات

تجرى التلقيحات فى الفاصوليا على البراعم الزهرية قبل تفتحها ، وتختار لذلك البراعم الممتلئة التى لم تبدأ بتلاتها فى الانفصال عن بعضها . يمسك بالبرعم بين السبابة والإبهام بإحدى اليدين ، ثم يفصل جناحا الزهرة عن بعضهما بسن الملقط ، ويدفعان - برفق - نحو الخارج ، مع مراعاة عدم قطعهما من قاعدتيهما ، ويلى ذلك الضغط على العلم برفق نحو الخلف ؛ الأمر الذى يؤدى إلى بروز ميسم الزهرة من الزورق . تختار زهرة حديثة التفتح من سلالة الأب ، وتفرد بتلتا جناحيها ، ويضغط على علمها - برفق - نحو الخلف بنفس الطريقة السابقة ؛ مما يؤدى إلى بروز ميسم الزهرة الحلقى الشكل وهو محمل بحبوب اللقاح . يقطع ميسم زهرة سلالة الأب بالملقط ، ويثبت على ميسم زهرة سلالة الأم ، ثم تكتب بيانات التلقيح على لائحة ورقية tag تثبت على عنق الزهرة الملقحة ، وتزال الأزهار والبراعم الزهرية الأخرى بنفس العنقود .

رابعاً : العقم الذكرى

تتوفر عدة طفرات عقيمة الذكر فى الفاصوليا ، ولكن لم يمكن - إلى الآن - الاستفادة منها فى تربية المحصول . فقد وجد Mutschler & Bliss (١٩٨٠) نباتا عقيم الذكر فى الجيل الثانى للتلقيح بين سلالة الفاصوليا WI 74 - 2047 ، والصنف Swedish Brown. كانت حبوب لقاح هذا النبات منكمشة وغير حية ، بينما كانت أعضاؤه الأنثوية كاملة .

وبتلقيح هذا النبات بنبات آخر عادى انعزلت نباتات الجيل الثانى بنسبة ١٣ خصبة : ٢ عقيمة الذكر : ١ تموت مبكراً . وقد علل الباحثان هذه الحالة بتفاعل زوجين من العوامل الوراثية غير المرتبطة ؛ هى : Ms-1 ، و In-ms-1 .

ولاحظ Basett & Shuh (١٩٨٢) أن ٩١ ٪ من حبوب لقاح إحدى سلالات الفاصوليا كانت عقيمة ، وبدراسة هذه الحالة .. وجدا أنها صفة سيتوبلازمية ، وتورث عن طريق الأم .

كذلك وجد Wyatt (١٩٨٤) طفرة من الفاصوليا لا تتفتح متوكها ، وتبين أن هذه الصفة بسيطة ، ويتحكم فيها جين متنح أعطى الرمز ian (نسبة إلى الصفة indehiscent anther) . وقد كانت النباتات الخليطة وسطاً - فى خاصية تفتح المتوك - بين التركيبين

الوراثيين الأصيلين . وتنتج النباتات المتنحية الأصيلة حبوب لقاح خصبة وطبيعية ، ويمكن تلقيحها - ذاتياً - إذا فتحت فصوص المتوك يدوياً ، ونقلت حبوب لقاحها إلى ميسم الزهرة، ولكن ذلك لا يحدث طبيعياً ؛ الأمر الذى يؤدى إلى حدوث التلقيح الخلطى فى هذه النباتات بنسبة تصل إلى ٩٤ ٪ (Wyatt ١٩٨٤ أ) .

وفى دراسة أخرى .. أوضح Estrada وآخرون (١٩٨٤) أن نسبة التلقيح الخلطى تصل فى سلالات الفاصوليا العقيمة الذكر إلى ٦٨ ٪ ، ويتأثر ذلك بدرجة الحرارة .

وقد عثر فى إحدى الدراسات - التى عوملت فيها بذور فاصوليا جافة بأشعة جاما - على أربع طفرات ذات فروع طويلة ونحيلة spindly branches ، كانت جميعها بسيطة ومتنحية . وتبين أن ثلاث طفرات منها كانت غير آلبلية ، واقتصر تأثيرها على شكل ساق النبات ، وأعطيت الرموز : sb ، و sb-2 ، و sb-3 . أما الطفرة الرابعة .. فكانت ذات تأثير متعدد ؛ حيث أحدثت عقما ذكرياً إلى جانب تأثيرها فى شكل الساق ، وتبين أنها آليلية للجين sb ، وأعطيت الرمز sb^{ms} . كما وجد أن الآليل sb سائد على sb^{ms} ، وأن كليهما متنح بالنسبة للآليل sb ، الذى يتحكم فى الحالة الطبيعية (Bassett ١٩٩١) .

خامساً : جيرمبلازم الفاصوليا

تقع على عاتق المركز الدولى للزراعة الاستوائية Centro Internationl de Agricultura Tropical (اختصاراً CIAT) - فى كالى Cali بكولومبيا مهمة جمع وحفظ جيرمبلازم الفاصوليا . ويقدر عدد السلالات التى يحتفظ بها المركز - حالياً - بأكثر من ٣٥٠٠٠ صنف وسلالة (عن Hussain ١٩٨٦) .

سادسا : اختبارات تمييز الأصناف

تتشابه بعض أصناف وسلالات الفاصوليا إلى درجة يصعب معها التمييز بينها على أساس الفحص المورفولوجى ؛ مما لا يسمح بتطبيق القوانين الخاصة بحقوق المربى ؛ لذا .. فقد اتجه البعض نحو استخدام طرق أخرى أكثر دقة للتمييز بين الأصناف ، ومن هذه الطرق تلك التى توصل إليها Hussain وآخرون (١٩٨٦) ، والتى تعتمد على بروتين البذور . وقد قام الباحثون باستخلاص البروتين من سبعة أصناف من الفاصوليا ، ثم حللت بجهاز

فصل كهربائى (electrophoresis) استخدم فيه SDS Polyacryl-amide gel . وقد وجد الباحثون اختلافات بين الأصناف فى كل من الـbanding patterns ، و -electrophore grams ، تكفى لتمييزها عن بعضها البعض بوضوح .

المواصفات المرغوبة فى نبات الفاصوليا

إن نبات الفاصوليا المثالى – من الوجهة الإنتاجية ؛ أى وجهة نظر المزارع – يجب أن تتوفر فيه مجموعة من الصفات التى يسعى المربى إلى توفيرها فى الصنف الجديد ، والتى من أهمها مايلى :

١ – الإنبات السريع والمتجانس للبنور ، والنمو السريع للبادرات ، والنمو الجذرى الكبير لهذه البادرات بالنسبة لوحدة الوزن من البذور .

٢ – أن تكون الساق الرئيسية للنبات قوية وقائمة ، وأن يحمل النبات ثلاثة فروع أو أربعة تصنع زاوية ضيقة مع الساق الرئيسية . ويمكن التعرف على النباتات الضعيفة بالزراعة الكثيفة تحت نظام الرى بالرش .

٣ – أن ينتج النبات عدداً كبيراً من القرون فى وقت متقارب (فى خلال أسبوع واحد) وأن تحمل هذه القرون عالية من الأرض (فى النصف العلوى من النبات) ، ظاهرة من النمو الخضرى ؛ ليسهل حصادها آلياً ، وأن تكون أعناق الثمار والفروع النورية قصيرة ؛ لكى لا تميل بالقرون إلى الأرض .

٤ – يجب أن تنفصل القرون – بسهولة – عن النبات عند حصادها آلياً .

٥ – يجب أن تكون الأوراق صغيرة وفى وضع مواجه لأشعة الشمس ؛ لكى يمكنها استقبال أكبر قدر من الأشعة الساقطة ، مع السماح للأشعة بتخلل النمو الخضرى .

٦ – يجب أن يكون طول النباتات ٤٠ – ٥٠ سم ، وأن تكون قوية – بقدر كاف – لمنع رقادها عندما تصبح محملة بالقرون .

٧ – يجب أن يتكون بالجذور عدد كبير من العقد البكتيرية ، وأن تكون قادرة على تثبيت كميات كبيرة من آزوت الهواء الجوى فى بداية موسم النمو .

٨ – عندما يتوقف نشاط العقد البكيترية .. يجب أن يستجيب النبات للتسميد الآزوتى ؛ بزيادة نمو القرون وليس فى صورة نموات خضرية جديدة .

٩ – يجب أن يكون النبات متوافقاً مع عمليات العزيق المحدودة ؛ مما يعنى ضرورة أن

يكون مقاوماً لفطر البيثيم Pythium .

١٠ - أن يكون النبات قادراً على إنتاج جذور ثانوية بأعداد مناسبة وبسرعة مناسبة - عند قاعدة السويقة الجنينية السفلى - لتعويض ما يفقد من الجذور لأسباب بيولوجية أو غير بيولوجية .

التربية لتحسين المحصول

كما سبق أن أوردنا تحت موضوع تربية البسلة لتحسين المحصول .. فإن محصول الفاصوليا من البذور الجافة يرتبط بمكونات هذا المحصول ؛ وهى : عدد القرون بالنبات ، وعدد البذور بالقرن ، ومتوسط وزن البذرة . وقد وجد Coyne (١٩٦٨) ارتباطاً جزئياً بين المحصول وتلك الصفات الثلاث ، كما وجد ارتباطاً موجباً منخفضاً بين مكونات المحصول المختلفة ؛ مما يدل على إمكان زيادة المحصول بالانتخاب لأحد مكوناته ، دون أن يؤثر ذلك فى المكونات الأخرى . وفى تلك الدراسة .. كانت صفة العدد الكبير من القرون بالنبات سائدة سيادة تامة ، ولكن درجات التوريث - المقدرة لكل من صفات المحصول ومكوناته - كانت منخفضة .

وبرغم وجود اختلافات كبيرة بين أصناف وسلالات الفاصوليا فى معدل عملية البناء الضوئى ، وبرغم اعتماد المحصول على معدلات البناء الضوئى .. فلم يمكن أبداً - فى الفاصوليا - ملاحظة أى ارتباط وراثى عالٍ بين الصفتين ؛ وبذا .. لم يمكن الاستفادة من الاختلافات المشاهدة بين السلالات فى معدل البناء الضوئى فى الانتخاب لتحسين المحصول . إلا أن كمية المحصول تتوقف على ثلاثة عوامل ؛ هى :

١ - تأقلم التركيب الوراثى مع الظروف البيئية .

٢ - قدرة التركيب الوراثى على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية مخزنة فى صورة غذاء من خلال عملية البناء الضوئى .

٣ - قدرة التركيب الوراثى على توزيع نواتج التمثيل الغذائى على مختلف الأعضاء النباتية ؛ بنسب يتحقق معها أكبر محصول اقتصادى ، مع القدرة على نقل هذا الغذاء إليها أولاً بأول .

ويعتبر المحصول البيولوجى Biological Yield ، والنمو البيولوجى الكلى Biomass

Growth دليلاً على قدرة التركيب الوراثى على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كيميائية فى صورة غذاء مجهز ، بينما يعبِّر دليل الحصاد Harvest Index عن توزيع الغذاء المجهز على الأعضاء الاقتصادية ؛ مقارنة ببقية الأنسجة النباتية ، ويعبر معدل نمو البذور (أو الجزء الاقتصادى من النبات) عن كفاءة التركيب الوراثى فى نقل الغذاء المجهز . كما يمكن إيجاد مقياس آخر هو معدل النمو الاقتصادى ؛ ليكون دليلاً على العلاقة بين المحصول وفترة النمو النباتى .

وفى دراسة أجراها Scully & Wallace (١٩٩٠) على ١١٢ صنفاً وسلالة من الفاصوليا فى ولاية نيويورك .. تراوح دليل الحصاد من ١٢ - ٦٥ ٪ ، ومعدل النمو البيولوجى (المحصول البيولوجى/ عدد الأيام حتى النضج) من ٢ر٣ - ٣ر٩ جم/ م٢ / يوم، ومعدل نمو البذور (المحصول/ عدد الأيام التى تمتلىء فيها البذور) من ٢ر١-٥ر٩ جم /م٢/ يوم ؛ علما بأن الصفتين الأخيرتين كانتا على علاقة خطية موجبة مع المحصول ، وفسرتا قدراً كبيراً من الاختلافات فى المحصول ؛ حيث كانت معاملات الارتباط (r^2) بينها وبين المحصول ٧١ر٠ ، و ٨٤ر٠ على التوالى .

وقد توصل الباحثان إلى مقياس آخر هو القدرة النسبية للبذور (أو أى جزء اقتصادى آخر من النبات) على استقبال وتخزين الغذاء ، وقدرة النبات على نقل هذا الغذاء المجهز إليها relative sink strength (اختصاراً : RSS) الذى يحسب كمايلى :

RSS = معدل نمو البذور / معدل النمو البيولوجى .

علماً بأن القيم التى تساوى الواحد الصحيح أو الأكبر من الواحد الصحيح فى الفاصوليا تعنى قدرة عالية على استقبال وتخزين الغذاء المجهز فى البذور ، وقدرة عالية للنبات على نقل هذا الغذاء المجهز إليها .

وبرغم أن درجات التوريث - التى قدرها مختلف الباحثين لمحصول الفاصوليا - منخفضة للغاية ، إلا أن درجات التوريث التى قدرت لبعض الصفات المرتبطة بالمحصول (مثل دليل الحصاد ، ومعدل النمو البيولوجى الكلى ، ومعدل نمو البذور) كانت مرتفعة بدرجة ملموسة . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع ..يراجع Scully وآخرون (١٩٩١) .

١ - التربية لتحسين القيمة الغذائية

درس Rutger (١٩٦٨) نسبة البروتين فى بذور ٢٠٠ صنف وسلالة من الفاصوليا ، ووجد أنها تراوحت من ١٧ - ٣١ ٪ بمتوسط قدره ٢٥ ٪ ، إلا أن نسبة البروتين كانت مرتبطة سلبياً مع كل من المحصول ومتوسط وزن البذرة .

وفى دراسة أخرى أجريت على ٢٥ صنفاً وسلالة من تلك المزروعة فى المناطق الاستوائية (Hosfield & Uebersax ١٩٨٠) .. تراوحت نسبة البروتين فى البذور من ٢٢ - ٣١ ٪ ؛ مما يعطى فرصة كبيرة لتحسين نسبة البروتين فى الأصناف التجارية من الفاصوليا .

وتختلف أصناف وسلالات الفاصوليا - كذلك - فى محتواها من الأحماض الأمينية ، كما يتضح من دراسة Kelly (١٩٧١) التى أجراها على ٣٦٠٠ سلالة ، ووجد أن محتوى بذور ٨٢ سلالة منها من الحامض الأمينى مثيونين methionine كان أعلى بنسبة ٣٣ ٪ من محتوى بذور الصنف القياسى سانيلاك Sanilac .

٢ - التربية للتخلص من المواد الضارة بصحة الإنسان

تحتوى بذور الفاصوليا على بعض أنواع البروتين الحساسة للحرارة ، والتى تعد سامة للإنسان إذا أُكلت الفاصوليا طازجة . ويعتبر اللكتين lectin (وهو Phytohemaglutinin Protein) من أهم هذه البروتينات .

وقد وجدت سلالات وأصناف من الفاصوليا خالية من هذا البروتين ، وتبين بالدراسة الوراثية أن صفة الخلو من اللكتينات تورث كصفة بسيطة متنحية . وتبين وجود ١١ طرازاً من اللكتينات ، ويبدو أنه يتحكم فى تمثيلها جينات آليلية ؛ الأمر الذى يسمح بإنتاج أصناف من الفاصوليا خالية تماماً منها . ونظراً لأن اللكتينات تشكل ١٢ ٪ من بروتين الفاصوليا ، ولا يحتوى أى منها على الحامض الأمينى مثيونين بتركيزات ملموسة .. فإن إحلال هذه النسبة من بروتينات اللكتين ببروتينات أخرى قد يفيد فى تحسين القيمة الغذائية للفاصوليا (عن Osborn & Bliss ١٩٨٥) .

٣ - التربية لتحسين الطعم والنكهة

تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا فى محتواها من المركبات القابلة للتطاير المسئولة عن النكهة المميزة . وقد أمكن إرجاع الاختلافات - فى النكهة المميزة - بين ثلاثة أصناف من الفاصوليا إلى محتواها من المركبات التالية :

cis - hex - 3 - en - 1 - ol

oct - 1 - en - 3 - ol

linalool

alpha - terpincol

pyridine

furfural

ويوضح جدول (٨-٢) الاختلافات بين ثلاثة أصناف من الفاصوليا والجيل الأول بينها فى اثنين من المركبات المتطايرة الهامة . يلاحظ من الجدول الارتباط بين كل من هذين المركبين ونكهة معينة (عن Baker ١٩٧٥) .

جدول (٨-٢) : محتوى ثلاثة من أصناف الفاصوليا والجيل الأول بينها فى اثنين من المركبات القابلة للتطاير المسؤولة عن النكهة المميزة .

الصنف والطعم المميز		المركب والتركيز بالجزء فى المليون	
		Oct - 1- en - 3 - ol	linalool
طعم الفاصوليا المرغوب	Blue Lake	١٦٠	٧
نكهة عطرية مميزة	G 50	١٥	٣٩
طعم فاصوليا قوى	Romano	٢٤٠	٤٠
	Blue Lake x G - 50	١٤٥	٢٢
	Blue Lake x Romano	١٢١	٢٣

يتضح مما سبق أن المركب Oct - 1 - en - 3 - ol هو المسئول عن النكهة المميزة فى الصنف Blue Lake . وقد وجد أن التركيز المرتفع لهذا المركب صفة بسيطة وسائدة . كما يتضح أن المركب Linalool . هو المسئول عن النكهة المميزة فى الصنف G - 50 .

وقد وجد كذلك أن تلك الصفة يتحكم فيها عامل وراثى واحد ذو سيادة غير تامة (Stevens & Frazier ١٩٦٧) .

٤ - التربية لتحسين لون البذور

يؤدى وجود جين متنح بحالة أصيلة - هو الجين P - إلى جعل بذور الفاصوليا الجافة بيضاء اللون ؛ بغض النظر عن وجود أو غياب الجينات الأخرى التى تتحكم فى لون البذور ، والتى تأخذ الرموز : C ، و J ، و G ، و B ، و V ، و R . أما بقية ألوان الغلاف البذرى .. فإنها تتحد بالتوافيق المختلفة لهذه الجينات الستة ،مع وجود الجين P بحالة سائدة . ويتفاوت اللون الأبيض فى مختلف التراكيب الوراثية ما بين الأبيض الناصع إلى الأقل نصاعة ، ويتأثر ذلك بمدى بريق البذور ؛ فكلما ازداد البريق .. قلت درجة نصاعة اللون الأبيض .

وقد أوضح Korban وآخرون (١٩٨١) أن لون البذور الأبيض الناصع - يظهر فى الصنف GN Emerson - صفة كمية ، ووجد أن درجة توريثها تقدر - على النطاق العريض - بنحو ٤٦ - ٥٧ ٪ ، وأن معظم الاختلافات الوراثية فى هذه الصفة إضافية ، مع وجود بعض السيادة . وتبعاً لـ Bassett & Bloom (١٩٩١) .. فإنه توجد خمسة تراكيب وراثية تعطى بذورا بيضاء اللون ، وأضاف إليها الباحثون تركيباً سادساً .

ويعد وجود الجين P بحالة متنحية أصيلة ضرورياً ليس فقط فى أصناف الفاصوليا التى تؤكل بذورها الجافة بيضاء اللون ، وإنما فى جميع الفاصوليا الخضراء ؛ لتجنب ظهور بذور ملونة غير ناضجة فى القرون ، ولتفادى تلون سائل التعليب بصبغات البذور . وبالرغم من ذلك .. فإن النباتات الأصيلة فى هذا الجين (pp) تكون أقل نمواً ومحصولاً ، وأكثر تعرضاً للمشاكل الزراعية . فمن المعروف أن وجود هذا الجين تصاحبه معدلات أعلى للإصابة بأمراض البادرات ؛ مثل الإصابة بالفطر Pythium ultimum . ويشذ عن ذلك سلالتان ذواتا بذور بيضاء مقاومتان لهذا الفطر ، وهما أرقام : 1273 ، و RRR 46 . إلا أن السلالة الأولى تعد متوسطة المقاومة للفطر ؛ وترجع مقاومتها إلى خلو بذورها من التشققات Cracks ، كما أن بذورها ليست تامة البياض . أما السلالة الثانية .. فبذورها تامة البياض وشديدة المقاومة للفطر ، إلا أن مقاومتها ترجع إلى كون بذورها تخلو تماما من

أية تشققات ، وتميل لأن تكون صلدة ، وتلك صفة غير مرغوبة ؛ لأنها مظهر من مظاهر سكون البذور .

ومن المعروف - كذلك - أن أصناف الفاصوليا الأصيلة فى الجين p تصاب بفطر Rhizoctonia solani . ويشذ عن ذلك أصناف قليلة ؛ مثل : White Kidney الذى يعتبر مقاومة ذات بذور بيضاء عندما لقحت سلالات ذات بذور بيضاء بأخى ذات بذور ملونة ، إلا أن النباتات المنعزلة ذات البذور الملونة تفاوتت فى درجة مقاومتها .

ويبدو أن المقاومة ترتبط بميتابوليزم الفينولات فى لنبات ؛ لأن صبغات قصرة البذرة هى من الجلوكوسيدات الفينولية (Deakin ١٩٧٤) . وقد اقترح أن وجود الجين p - بحالة أصيلة - يعمل على منع تكوين الفيتوألاكسين phaseolin الذى يعتبر من الفينولات .

وإلى جانب ما تقدم .. فإن صفة البذور البيضاء ترتبط - كذلك بقابلية البذور للإصابة بالأضرار الميكانيكية ، وبعدم القدرة على تحمل الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة نسبياً ، وبالإصابة بحشرة seed corn maggot (Delia Florigela) .

وقد قارن Dickson & Petzoldt (١٩٨٨) سلالات من الفاصوليا ذات أصول وراثية تشابهة ، تختلف فى كونها ذات بذور بيضاء أو ملونة ؛ علما بأن السلالات الملونة كانت قد انتخبت لمقاومة فطر Pythium ، أو Fusarium ، أو Rhizoctonia ، أو حشرة seed corn maggot ، أو مقاومة الأضرارالميكانيكية ، أو تحمل البرودة . وقد تبين فى جميع الحالات أن السلالات ذات البذور البيضاء (pp) كانت أقل من مثيلاتها ذات البذور الملونة (pp) فى أى من تلك الصفات .

كما قارن Deakin (١٩٧٤) ٤٧ زوجا من سلالات الفاصوليا ذات أصول وراثية متشابهة تقريباً فى جميع الصفات فيما عدا لون البذور ؛ حيث كانت إحدى سلالتى كل زوج بيضاء البذور والأخرى ملونة ، ووجد أن السلالات الملونة البذور كانت أعلى من نظائرها البيضاء البذور من حيث نسبة البذور وقوة إنباتها تحت ظروف الحقل . كذلك قارن Deakin محصول ١١ زوجاً من هذه السلالات ، ووجد أن السلالات الملونة تفوقت فى المحصول بمتوسط قدره ٦٧ ٪ ، علماً بأنه عدّل المحصول - إحصائياً - لتلافى الفرق فى نسبة الإنبات بين

السلالات الملونة والسلالات البيضاء البنور .

هذا .. وتكون بذور الفاصوليا غير الناضجة خضراء اللون ، ويبقى هذا اللون فى الأصناف ذات البذور الناضجة البيضاء ، إلى أن تصل البذور إلى أقصى حجم لها ، ولكنه يختفى كلية عندما تصبح البذور جافة . أما فى الأصناف التى تكون بذورها ملونة عند النضج .. فإن اللون الأخضر يختفى عندما تصل البذور إلى نصف حجمها الطبيعى ، وتحل محله الصبغات الأخرى الخاصة باللون المميز لبذور الصنف . ويختلف هذا اللون الأخضر الطبيعى عن اللون الدائم Persistent green ، الذى يدوم فى البذور الجافة كذلك .

وتظهر - أحياناً - نباتات تكون بذورها ذات لون أخضر باهت أو أخضر مصفر وهى صغيرة جداً ، ثم تتحول إلى اللون الأبيض عندما تصبح فى نصف حجمها الكامل ، ثم تتابع تلونها الطبيعى بعد ذلك . ويمكن تمييز هذه البناتات عن النباتات ذات البذور الجافة البيضاء فى أية مرحلة من تكوينها قبل جفافها ، إلا أن الفرق بينهما يكون أقل مايمكن فى منتصف مرحلة تكوين البذور . كذلك يمكن تمييز هذه النباتات عن النباتات ذات البذور الجافة الملونة فى المراحل المبكرة من تكوين البذور ، بينما يصعب تمييزها مع تقدم نمو البذور .

وقد وجد Baggett & Kean (١٩٨٤) أن صفة اللون الأبيض - فى البذور غير الناضجة - تنتج من نقص الكلروفيل فى أغلفة البذور الجافة البيضاء . وقد أوضحا أن هذه الصفة بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد متنح غير مرتبط بالجين P ، الذى يتحكم فى لون البذور الناضجة ، أو بالجين Y الذى يتحكم فى جعل القرون خضراء ، أم شمعية ، واقترحا له الرمز iw ؛ نسبة إلى الصفة immature white seedcoat .

٥ - التربية لزيادة القدرة على التخزين

توصل Hoffman (١٩٦٧) - من دراسته على عديد من صفات القرون فى ٤٩ صنفاً من الفاصوليا الخضراء - إلى أن الفقد فى الوزن فى القرون الطازجة المخزنة على درجة حرارة الغرفة يزداد مع زيادة كل من عدد الشعيرات فى بشرة القرون ، وعدد الشعيرات المكسورة . وفى المقابل . لم تظهر أية علاقة بين الفقد فى الوزن وبين : طول الشعيرات

وعدد الثغور ، وقطر خلية الجدار الثمرى الوَسَطِى أو الجدار الثمرى الداخلى ، أو سمك طبقة الجدار الثمرى الوَسَطِى أو الداخلى ، أو سمك طبقة البشرة ، أو الكيوتين .

التربية لتحسين نوعية البذور Seed Quality

١ - التربية للتخلص من صفة الغطاء البذرى الصلد Hard Seed Coat

تعرف البذور شبه الصلدة فى الفاصوليا بأنها البذور الجافة التى لا تمتص الماء خلال الأربع والعشرين ساعة الأولى من النقع فى الماء ، ولكنها تكتسب الرطوبة - بسرعة - فى خلال ١٤ يوما من وضعها فى جو ذى رطوبة نسبية مرتفعة ، ويمكنها الإنبات بعد ذلك بصورة طبيعية . ويتأخر إنبات البذور شبه الصلدة نحو ٢ - ٣ أيام ؛ مما يؤدى إلى عدم تجانس النضج ؛ ولذلك أهمية كبيرة عند إنتاج الفاصوليا للتصنيع . وقد وجدت اختلافات وراثية بين أصناف الفاصوليا فى تلك الصفة (عن Morris ١٩٧١) .

وفى دراسة أجريت على ٣٨٨ صنفاً من الفاصوليا .. تبين أن ٨٠ ٪ منها كان بها بذور صلدة بنسبة تراوحت من ١ - ٧٩ ٪ . وبالتلقيح بين السلالات الخالية من البذور الصلدة ، والسلالات ذات النسبة العالية من البذور الصلدة.. كانت بذور الجيل الأول وسطاً بين الآباء ، وظهرت كل الانعزالات الممكنة فى الجيل الثانى ؛ مما يدل على أن عدد الجينات الذى يتحكم فى هذه الصفة قليل نسبياً (عن Copeland ١٩٧٦) .

وفى دراسة أخرى وجد Dickson & Boettger (١٩٨٢) أن تلك الصفة يتحكم فيها عدة جينات مع سيادة غير تامة لصفة البذور غير الصلدة . وقد كانت هذه الصفة مرتبطة بصفة قوة نمو البادرات ، وقدرت درجة توريثها - على النطاق الضيق - بنحو ٢٠ - ٥٠ ٪ .

ويفضل دائماً أن تكون البذور نصف صلدة Semihard ؛ لأن البذور التى تمتص الماء بسرعة شديدة تكون أكثر عرضة للإصابة بتشققات البذور ؛ مما يؤدى إلى إنتاج بادرات غير طبيعية . وتتميز البذور المرغوبة بنقع البذور (بعد تجفيفها سلفاً إلى ٦ ٪ رطوبة) فى الماء لمدة ١٢ - ٢٤ ساعة مع ملاحظتها ؛ للتخلص من السلالات التى تتشرب بذورها بالماء قبل مرور ١٢ ساعة ، وتلك التى تبقى بذورها غير متشربة بالماء تزيد على ٢٤ ساعة ، وهى التى تكون بذورها صلدة ، بينما تكون السلالات التى تتشرب بذورها بالماء خلال ١٢ - ٢٤

ساعة نصف صلدة .

٢ - التربية لمقاومة تمزق البذرة

تعرف حالة تمزق قصرة البذرة باسم fish face ، وهى تحدث عند نمو الفلقتين بسرعة أكبر من سرعة نمو قصرة البذرة . تتعرض مثل هذه البذور للإصابة بالعفن فى التربة بدرجة أكبر من البذور السليمة ، كما يكون مظهرها غير مقبل ، ويتم التخلص منها غالباً - عند تنظيف البذور .

ولقد وجدت سلالات مقاومة لهذه الحالة ، وسلالات أخرى لاتزيد فيها نسبة البذور المصابة - تحت الظروف المناسبة للنمو السريع للبذور - على ١٠ ٪ . وتراوحت نسبة البذو التى أصيبت بتمزق الغلاف البذرى - فى إحدى الدراسات - من ٥ر١ - ٦ر٤٧ ٪ فى سلالت مختلفة .

وتوضح الدراسات الوراثية ن هذه الصفات يتحكم فيها جين واحد نو سيادة غير تامة (عن Morris ١٩٧١) ، نو نفاذية تتراوح من ٢٥ - ٥٠ ٪ حسب موسم النمو (Dickson ١٩٦٩) .

٣ - التربية لمقاومة الأضرار الميكانيكية

تختلف أصناف وسلالات الفاصوليا فى مدى مقاومة بنوها للإصابة بالأضرار الميكانيكية Mechanical Injuries عند استخلاصها وتداولها . وقد تراوحت نسبة الإصابة بالتشققات العرضية لفلقات البذور - فى أصناف مختلفة - من صفر إلى ٣ ر ٤٨ ٪ فى إحدى الدراسات ، ومن ٥ - ٩٤ ٪ فى دراسة أخرى . كما وجدت المقاومة لهذا النوع من تشققات البذور فى بعض سلالات الفاصوليا ذات القرون الشمعية ، ونقلت إلى أصناف ذات قرون خضراء (عن Dickson ١٩٨٠) .

وقد درس Dickson & Boerrger (١٩٧٧) وراثة المقاومة لكل من الأضرار الميكانيكية والتشققات العرضية لفلقات البذور ، وتوصلا إلى مايلى :

أ - كانت المقاومة لكلا النوعين من الأضرار الميكانيكية كمية .

ب – كانت البذور الملونة أكثر مقاومة لكلا النوعين من الأضرار الميكانيكية من البذور البيضاء ، إلا أنه أمكن الحصول على انعزالات ذات بذور بيضاء ومقامة .

جـ – قدرت درجتا التوريث على النطاقين العريض والضيق على التوالى : المقاومة للأضرار الميكانيكية : ٥٥ ٪ – ٧٩ ٪ ، و ٢٢ – ٧٣ ٪ ، والمقاومة للتشققات العرضية بالفلقات : ٥٣ – ٩٣ ٪ ، و ٢٢ – ٥٨ ٪ .

د – أدى لانتخاب الشديد فى الجيل التجميعى bulked الثالث إلى زيادة المقاومة لكلا النوعين من الأضرار .

وفى دراسة أخرى .. تراوحت درجة توريث المقاومة للأضرار الميكانيكية – على النطاق الضيق – من ٢٦ – ٤٦ ٪ مع سيادة المقاومة ، وتراوحت فى دراسة ثالثة من ٢٧ – ٥٢ ٪ ، وكانت مرتبطة بمقاومة التشققات العرضية بفلقات البذور .

وقد وجد أن إزالة غطاء البذرة ، ثم تشربت البذور بالماء يترتب عليه حدوث تشققات عرضية بالفلقات ؛ مما يعنى إمكان الحد من هذه الظاهرة لتربية أصناف ذات غطاء بذرى لايسمح بالتمدد السريع للفلقات أثناء تشربها بالماء ، إلا أنه لم توجد علاقة بين سمك الغطاء، ومقاومة البذرة للأضرار الميكانيكية . هذا .. وتقيم البذور لمقاومة الإصابة بالأضرار الميكانيكية عندما تتراوح نسبة الرطوبة بها ٥ – ٨ ٪ (عن Dickson ١٩٨٠) ، ويجرى الاختبار بإسقاط عينات من البذور عدة مرات من ارتفاع مترين على سطح صلب ، ثم التعرف على البذور المصابة بالأضرار الميكانيكية – إما باختبار الإنبات العادى ، وإما بالنقع لمدة ٢ – ٣ دقائق – يحث تظهر تجعدات واضحة حول الشقوق ، بينما لا تشرب البذور السليمة بالماء إلا بعد عدة ساعات .

وبخصوص طبيعة المقاومة للأضرار الميكانيكية .. لم يتوصل Eisinger & Bradford (١٩٨٦) إلى أية علاقة بين قابلية بذور الفاصوليا للإصابة بالتشققات العرضية بالفلقات بين محتواها من أى من عنصرى الكالسيوم أو البوتاسيوم ، ولكن الباحثين وجدا ارتباطاً موجباً بين مقاومة التشققات ومحتوى البذور من عنصر المغنيسيوم . ونظراً لأن هذا الارتباط

اعتمد – أساساً – على وجود اختلافات بين الأصناف فى محتوى بذورها من المغنيسيوم ؛ لذا فربما لا يكون ذلك دليلاً على وجود علاقة سبب ومسبب حقيقية بين الصنفين .

٤ – التربية لتحسين قوة إنبات البذور Seed Vigor

وجد ارتباط سالب بين درجة التوصيل الكهربائى للماء الذى تنقع فيه البذور ، وبين قدرة هذه البذور على الإنبات فى الظروف الحقلية غير المناسبة ، لكن تلك العلاقة لم تتأكد تحت الظروف المعملية لاختبارات الإنبات (عن Dickson ١٩٨٠) .

٥ – التربية لمقاومة أعفان البذور فى التربة

تتطلب مصانع حفظ الأغذية أن تكون أصناف الفاصوليا ذات بذور بيضاء ؛ لذا .. اهتم المربون بإدخال تلك الفطريات فى هذه الأصناف ، ولكن لوحظ أن البذور تتعرض للصابة فى التربة بمختلف الفطريات المسببة للعفن بدرجة أكبر من البذور الملوة ، وقد سبق شرح هذا الأمر تحت موضوع التربية لتحسين لون البذور .

هذا .. ويجرى اختبار إنبات البذور على عينة تتكون من عدة مئات من البذور فى رمل رطب (٢٠٪ رطوبة) ، أو بيرليت ، أو فيرميكيوليت ، أو فى مناشف ورقية مطوية على درجة ٢١°م . وبعد أسبوع من بدء الاختبار .. تحسب البادرات التى يكون بها ما يوازى ورقة أولية واحدة على الأقل ، وورقة فلقية ، ونمو خضرى طبيعى ، وقمة جذرية طبيعية ، والتى تكون قد بلغت نصف الحجم الطبيعى على الأقل كبادرات نباتية . وإذا رغب فى الحصول على بيانات أكثر تفصيلاً .. تحسب نسبة البادرات السليمة تماما القوية النمو ، وتضرب فى نسبة الإنبات ؛ لتحصل على تقدير نوعية البذور Seed Quality Estimate . ولمزيد من التقييم .. يمكن حساب دليل نوعية البذور Sedd Quality Index بضرب نسبة البادرات السليمة القوية النمو فى دليل إنبات البذور Seed Emergence Index ، الذى يحصل عليه بضرب نسبة إنبات البذور فى سرعة إنباتها .

١ - التربية لتحسين قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

قام Kooistra (١٩٧١) بتقييم عدد من أصناف الفاصوليا والأنواع الأخرى ، وجد أن أعلى قدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة كانت فى صنف الفاصوليا Comtesse de Chambord ، وفى النوعين P. coccineus ، و P.triobus . وفى دراسة أخرى .. قيم Austin & Maclean (١٩٧٢) ٣٠٥ أصناف وسلالة من الفاصوليا ، ووجدا أن ٤٦ منها ذات قدرة جيدة على الإنبات فى درجة حرارة ثابتة مقدارها ٥ ر ١٢°م. كما أمكن التعرف على سلالات من الفاصوليا ، قادرة على النبات فى درجة حرارة ١٠°م ، والنمو فى حرارة ٧ - ١٣°م ، وسلالات أخرى يمكن لبذورها أن تبقى فى التربة البادرة دون أن تتعفن إلى أن ترتفع درجة الحرارة إلى المجال المناسب للإنبات (عن Morris ١٩٧١) .

وقد لخص Dickson & Petzoldt (١٩٨٧) أهم مصادر القدرة على الإنبات فى الفاصوليا - فى الحرارة المنخفضة - كمايلى :

أ - الصنفان Comptesse de Chambord ، و Widuse : تنبت بذورهما جيداً فى درجة حرارة ٩ - ٥ر٩°م لكنهما تفقدان قوة نموهما فى درجة ١٠°م .

ب - السلالة BBL 92 : تنبت بذورها فى درجة ٨ - ٩°م على ورق الإنبات فقط ، لكن إنباتها يكون رديئاً إذا تعرضت - تحت ظروف الحقل - لدرجة الحرارة المنخفضة لفترة طويلة .

جـ - السلالتان NY 5-161 ، و NY 590 . تنبت بذورهما جيداً فى حرارة ٥ر٩ - ١٠°م ، وتنموان جيداً فى درجات الحرارة المنخفضة .

كما يُذكِرَ (J.Amer. Soc. Hort Sct - مجلد قم ١١١ لسنة ١٩٨٦) أن سلالة الفاصوليا P.I. 165426 - BS (من المكسيك) تعد أفضل من معظم الأصناف التجارية ؛ من حيث قدرة بذورها على الإنبات فى الأراضى الباردة الرطبة .

وقد أوضح Dickson (١٩٧١) أن قدرة بذور الفاصوليا على الإنبات - فى درجة حرارة

١٠°م نهاراً ، و٨°م ليلاً – ترتبط غالباً بصفة البذور الملونة ، وهى التى كانت أقل تعرضاً للعفن فى التربة من البذور غير الملونة . كما وجد أن صفة القدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة كمية ، وقدرت درجة توريثها بنحو ٣٥ ٪ . كذلك بينت دراسات Dickson (١٩٨٠) أن نسبة الإنبات فى الحرارة المنخفضة أفضل فى كل من البذور الملونة والبذور الصغيرة الحجم مما فى البذور البيضاء ، أو الكبيرة الحجم .

٢ – التربية للاستجابة لدرجة الحرارة والفترة الضوئية عند الإزهار

بدراسة عدد من أصناف الفاصوليا التى نُميّت فى حرارة ١٦ ±٢°م نهاراً ، و ٢١ ±٢°م ليلاً .. وجد أن فترة إضاءة طولها ١٥ ساعة – مقارنة بفترة إضاءة طولها ١٠ ساعات – أدت إلى تأخير الإزهار بمقدار ٤٧ يوماً فى الصنف Nebraska sel. 27 ، وبمقدار ٤٨ يوماً فى السلالة P.I. 207262 ، بينما لم يتأثر موعد أزهار الأصناف الأخرى المختبرة باختلاف الفترة الضوئية . وتبين أن صفة التأخير فى الإزهار – عند زيادة الفترة الضوئية – يتحكم فيها عامل وراثى واحد متنح (Coyne ١٩٧٨) .

وفى دراسة أخرى .. كان الصنف G.N. 1140 – تحت ظروف الحقل – مبكراً فى الإزهار ، بينما كانت السلالة P.I. 165078 متأخرة الإزهار . وتبين بالدراسة الوراثية أن صفة الإزهار المبكر بسيطة وسائدة . أما تحت ظروف حجرات النمو .. فلم تلحظ أية فروق فى موعد الإزهار بين الصنف والسلالة إلا عندما كان النهار الطويل (١٤ ساعة) مصاحباً بدرجة حرارة حرارة مرتفعة (٤ر٢٩°م نهاراً ، و ٧ر٢٦°م ليلاً) (Coyne ١٩٧٠) .

كذلك لوحظت اختلافات وراثية بين صنفى الفاصوليا Great Northern UI 1 ، و Red Kidney فى الاستجابة للفترة الضوئية ودرجة الحرارة عند الإزهار . فالصنف Great Nortern UI 1 (اختصاراً : GN) أزهر– بصورة طبيعية – فى كل الفترات الضوئية عندما كانت مصاحبة بحرارة عالية ، بينما تأخر إزهاره فى إضاءة ١٨ ساعة عندما كانت مصاحبة بحرارة منخفضة مقدارها ٢١°م نهاراً ، و ١٦°م ليلاً . أما الصنف Red Kidney (اختصاراً RK) .. فقد أزهر بصورة طبيعية فى كل الفترات الضوئية عندما كانت مصاحبة بدرجة حرارة منخفضة مقدارها ٢١°م نهاراً ، و ١٦°م ليلاً ، أو حرارة متوسطة مقدارها ٢٧°م نهاراً ، و ٢١°م ليلاً ، بينما تأخر إزهاره فى إضاءة ١٨ ساعة عندما كانت

مصاحبة بحرارة مرتفعة تزيد على ٢٩°م نهاراً ، وتزيد على ٢١°م ليلاً .

وتبين - بالدراسة الوراثية - أن الصنفين يختلفان فى زوجين من العوامل الوراثية ، وهما الزوجان اللذان يستجيبان لمعاملات الفترة الضوئية ودرجة الحرارة عند الإزهار ؛ فالصنف Rk يحتوى على جين سائد - أعطى الرمز Ht - يؤدى إلى تأخير الإزهار فى النهار الطويل الذى يكون مصاحباً بدرجة حرارة تزيد على ٢٩°م ، بينما يحتوى الصنف GN على جين آخر سائد كذلك - أعطى الرمز Lt - يؤدى إلى تأخير الإزهار - فى النهار الطويل الذى يكون مصاحباً بدرجة حرارة تقل عن ٢٤°م . أما الجيل الأول الناتج من التهجين بينهما - الذى يكون تركيبه الوراثى Ht ht Lt lt - فإنه يتأخر فى الإزهار فى ظروف النهار الطويل أياً كانت درجة الحرارة المصاحبة له .

وقد أظهرت الدراسات التشريحية أن مبادىء الأزهار تكونت بصورة طبيعية فى كل درجات الحرارة والفترات الضوئية ، وأن التأخير لم يكن سوى فى ظهور الأزهار (Padda & Munger ١٩٦٩) .

٣ - التربية للقدرة على عقد الثمار فى الحرارة العالية

تبعاً لـ Schaff وآخرين (١٩٨٧) .. فإن سلالات وأصناف الفاصوليا التالية تعد مقاومة للحرارة العالية : P.I. 16516 ، و P.I. 281711 ، و P.I. 271997 ، و P.I. 271998 ، و P.I. 285695 ، و P.I. 313241 ، و P.I. 324607 ، و P.I 324616 ، و Provider ، و Bush Blue Lake .

وقد تمكن Dickson & Petzoldt (١٩٨٨ ، ١٩٨٩) من الانتخاب للقدرة الجيدة على العقد فى الحرارة العالية ؛ بتعريض نباتات الجيل الأول - أثناء الإزهار - لحرارة عالية ، وكان تقديرهما لدرجة توريث هذه الصفة - على النطاق العريض - من ١٩ - ٧٩ ٪ ، وعلى النطاق الضيق من صفر - ٢٤ ٪ .

٤ - التربية لتحمل النمو فى الأراضى الغدقة

استخدم Nelson وآخرون (١٩٨٣) الطرق التالية لتقدير قدرة نباتات الفاصوليا على تحمل النمو فى الأراضى الغدقة التى تزيد فيها الرطوبة الأرضية لفترات طويلة .

أ – تقدير معدل تنفس الجذور تحت ظروف الرطوبة العالية بطريقة Triphenyl Tetra-zolium Chloride Reduction Method (اختصاراً TTC) .

ب – تقدير غير مباشر لمدى تلف الأغشية الخلوية لجدر الخلايا – حال تعرض الجذور للرطوبة العالية – بطريقة التوصيل الكهربائى Electrical Conductivity .

جـ – تقدير مدى فقد النباتات للرطوبة بقياس الجهد المائى Water Potential بأنسجة الخشب فى الحزم الوعائية ؛ بطريقة الـ Pressure Chamber (اختصاراً PC) .

د – تقدير عينى يعتمد على المظهر الخارجى .

وقد أظهرت نتائج الدراسة توافقاً بين مختلف الطرق ، لدى تطبيقها على ثلاثة تراكيب وراثية تختلف فى مدى قدرتها على تحمل النمو فى الأراضى الغدقة . وقد تطلبت طريقتا الـ TTC ، والتوصيل الكهربائى وقتاً طويلاً لإجرائهما ، وأعطت أكثر النتائج تبايناً ، بينما كانت نتائج اختبار الـ PC مرتبطة بشدة (r = ٨٥ ر٠) مع التقدير العينى . وكانت أكثر السلالات قدرة على تحمل الرطوبة الأرضية العالية – فى الدراسة – هى PO 74 .

٥ – التربية لتحمل نقص الآزوت فى التربة

إن انتخاب السلالات الجديدة من الفاصوليا – تحت ظروف توفر الآزوت المضاف إلى التربة فى صورة أسمدة – يجعل النبات يفقد قدرته على تثبيت آزوت الهواء الجوى من خلال بكتيريا العقد الجذرية ، ويحدث العكس عندما يكون الانتخاب فى ظروف يقل فيها التسميد الآزوتى . وتتفاوت الأصناف – كثيراً – فى هذه الخاصية .

وفى إحدى الدراسات كان الصنف Canyon أقل الأصناف قدرة على تثبيت الآزوت ، بينما كان الصنف Viva Pink أكثرها قدرة ؛ علماً بأن الصنف الأخير يدخل فى خلفيته الوراثيــة الســلالة المكسيكية P.I. 203958 ذات القدرة العالية على تثبيت آزوت الهواء الجوى ، وكان قد انتخب تحت ظروف استخدم فيها مستويات منخفضة من الآزوت المضاف (عن Silberngael ١٩٨٦) .

٦ – التربية لزيادة القدرة على تحمل نقص عنصر الفوسفور

درس Fawole وآخرون (١٩٨٢) وراثة كفاءة استفادة نبات الفاصوليا من الكميات

المتاحة من عنصر الفوسفور – تحت ظروف نقص العنصر – واستخدمت لذلك ست عائلات من الفاصوليا ، ناتجة من تلقيحات بين سلالات متنحية ذات كفاءة عالية ، أو متوسطة ، أو منخفضة في الاستفادة من العنصر . واتخذ الباحثون الوزن الكلى للنبات – تحت ظروف نقص العنصر – دليلاً على كفاءة النبات فى الاستفادة منه . أوضحت الدراسة أن التفوق Epistasis كان له دور كبير فى التأثير فى وراثة تلك الصفة ، خاصة تأثيرات الإضافة × الإضافة ، والسيادة × السيادة ، والإضافة × السيادة . وقد كانت تقديرات درجة توريث الصفة على النطاقين العريض والضيق عالية .

٧ – التربية لزيادة القدرة على تحمل نقص عنصر البوتاسيوم

لم يتمكن Shea وآخرون (١٩٦٧) من التعرف على اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الفاصوليا ؛ من حيث قدرتها على امتصاص عنصر البوتاسيوم ، إلا أنهم وجدوا اختلافات بينها فى مدى كفاءتها فى تمثيل البوتاسيوم الممتص ، علما بأن تلك الاختلافات لم يكن مردها إلى اختلاف السلالات فى حجم البذور . وقد تبين أن صفة الكفاءة العالية فى تمثيل البوتاسيوم يتحكم فيها جين واحد متنح .

٨ – التربية لتحمل نقص عنصر الحديد

درس Coyne وآخرون (١٩٨٢) وراثة القدرة على تحمل نقص عنصر الحديد فى الفاصوليا فى النسل الناتج من التلقيح بين السلالة الشديدة الحساسية P.I. 165078 ، والأصناف المقاومة GN Valley ، و GN Emerson ، و GN UI 59 . وقد أوضحت نتائج الجيل الثانى أن المقاومة كمية وسائدة سيادة تامة ، بينما تبين من نتائج الجيل الثالث أن المقاومة يتحكم فيها زوجان من الجينات .

هذا .. وتتحكم الجذور فى امتصاص الحديد فى الطماطم ، وفول الصويا ، والحمص ؛ وهو ما تحقق بدراسات التطعيم التى استخدمت فيها طعوم حساسة لنقص الحديد ، وأصول مقاومة ؛ حيث لم تظهر أعراض الاصفرار الناشىء من نقص الحديد فى الطعوم .

كما تأكدت هذه الحقيقة بعمل التطعيم العكسى (باستخدام طعوم مقاومة لنقص الحديد، وأصول حساسة) ؛ حيث ظهرت أعراض الاصفرار الناشىء من نقص الحديد على الطعوم .

وحينما أجرى Zaiter وآخرون (١٩٨٧) دراسة تطعيم مماثلة على الفاصوليا – استخدموا فيها الصنفين المقاومين لنقص الحديد GN Emerson ، و Neb - WM1 - 83 - 10 والصنفين الحساسين P.I. 165078 ، و Steuben yellow Eye – تبين أن الأصول هى التى تتحكم فى المقاومة لنقص العنصر ؛ ربما بسبب قدرتها على امتصاص العنصر أو نقله إلى السيقان . وقد كان نقص الحديد أكثر وضوحاً فى الحرارة المنخفضة (٢٤°م نهاراً ، و ١٣°م ليلاً) منه فى الحرارة المرتفعة (٥ر٢٩°م نهاراً ، و ٥ر١٨°م ليلاً) .

وفى دراسة موسعة على وراثة القدرة على تحمل نقص عنصر الحديد استخدم فيها ثلاثة تراكيب وراثية حساسة ، وسبع مقاومة (هى : GN Valley ، و GN 1140 ، و UI 59 ، GN Emerson ، و Pinto Ep-1 ، و Pinto Olthe ، و Black Neb - WM1 - 83 - 10) ، ودرست الصفة فى الآباء ، والجيل الثانى ، وبعض سلالات الجيل الثالث .. وجد Zaiter وآخرون (١٩٨٧ أ) أن صفة المقاومة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية السائدة المكملة لبعضها .

٩ – التربية لتحمل التلوث الجوى بالأوزون

تُحْدِث تركيزات منخفضة من الأوزون – تتراوح من ٠٥ر٠ – ١٢ر٠ حجماً فى المليون – أضراراً كبيرة لمعظم الأصناف الحساسة من بعض المحاصيل الزراعية ، وهو تركيز يتواجد – بالفعل – صيفاً فى أجواء بعض المناطق من العالم ، وفى بعض أجزاء من الولايات المتحدة . وتعتبر الفاصوليا من أكثر المحاصيل حساسية وتضرراً من هذا الغاز ؛ حيث قدر متوسط الانخفاض فى محصول الأصناف الحساسة من جراء التعرض لتركيز ٠٤ر٠ – ٠٦ر٠ حجماً فى المليون من الغاز لمدة ٧ ساعات يومياً بنحو ١٠ – ٢٦ ٪ . كما يحدث التعرض للغاز نقصاً فى معدل النمو النسبى للنباتات ، ومعدل النمو المطلق ، و إنتاج القرون ، وتكوين العقد البكتيرية ، ومحتوى النباتات من النيتروجين (عن Mersie وآخرين ١٩٩٠) .

ولحسن الحظ .. فإنه تتوفر اختلافات وراثية كبيرة بين أصناف وسلالات الفاصوليا فى قدرتها على تحمل الغاز . فعلى سبيل المثال .. قيم Lewis & Christiansen (١٩٨١) عديداً من أصناف وسلالات الفاصوليا لمقاومة الأوزون – تحت الظروف الحقلية لمدينتى

Beltsville ، و Salisbury بولاية ميرلاند الأمريكية ؛ حيث يزداد فيهما تركيز الغاز بدرجة كبيرة – ووجدا أن أصنافا كثيرة منها كانت مقاومة للغاز ، لدرجة أنهما اقترحا عدم جدوى التربية لمقاومة الأوزون فى الفاصوليا . ومع ذلك .. فقد نصحا باختبار سلالات الفاصوليا الجديدة فى تلك المنطقتين قبل إكثارها للإنتاج التجارى . وفى دراسة أخرى .. قيم -Mer sie وآخرون (١٩٩٠) ٤١٠ أصناف وسلالة من الفاصوليا تحت ظروف حجرات النمو ؛ حيث عرضوا بادرات الفاصوليا الصغيرة لتركيز ٦ر٠ حجماً فى المليون لمدة ساعتين ، وقاموا بقياس الضرر الذى حدث للأوراق . ووجد الباحثون أن ١٧ صنفاً وسلالة منها كانت غير حساسة للغاز ، و ٣٧٠ كانت حساسة ، و ٢٣ عالية الحساسية .

وفى دراسة قدر فيها ارتداد المحصول مقابل تركيز غاز الأوزون .. وجد Heck وآخرون أن BBL -254 ، و BBL - 290 كانا أكثر حساسية من BBL - 274 ، و Dwarf Horticultural . وأكدت النتائج أن جيرمبلازم الفاصوليا يحتوى على صفة المقاومة للتركيزات الحالية من الأوزون ، ولكن المقاومة تفقد مع زيادة تركيز الغاز .

١٠ – التربية لتحمل التلوث الجوى بغاز ثانى أكسيد الكبريت

تتوفر مقاومة التلوث الجوى بغاز ثانى أكسيد الكبريت فى الفاصوليا ، وهى صفة متنحية (عن Bressan وآخرين ١٩٨١) .

التربية للصلاحية للحصاد الآلى

تعتبر القوة اللازمة لفصل قرون الفاصوليا عن النموات الخضرية إحدى الصفات الهامة التى تقيم بمقتضاها الأصناف للصلاحية للحصاد الآلى . وقد وجد Showalter (١٩٧٠) أن القوة اللازمة لعملية الفصل تزداد مع زيادة نضج القرون ، ومع زيادة قطر عنق الثمرة ، وأن القوة التى لزمت لفصل قرون الصنف Harvester كانت ضعف تلك التى لزمت لفصل قرون الصنف Provider . وأكد ذلك Hoffman (١٩٧١) ،الذى وجد أن الصنف Provider كان أسهل الأصناف فى الحصاد الآلى .

وفى دراسة وراثية .. وجد Bassett (١٩٧٦) أن القوة اللازمة لفصل القرون فى مرحلة نمو معينة (هى التى تمر فيها القرون من ثقوب غربال رقم ٤) يتحكم فيها زوجان على الأقل

من العوامل الوراثية ، وأن الحاجة إلى قوة قليلة لفصل القرون صفة سائدة على الحاجة إلى قوة كبيرة . وقدرت درجة توريث هذه الصفة - على النطاق الضيق - بنحو ٦١٪ .

كذلك تتحدد الصلاحية للحصاد الآلى بالعقد والنضج المركزين للقرون - وهى صفة تتوفر فى معظم الأصناف الحديثة - وبمدى تحمل القرون لعملية الحصاد الآلى ذاتها . وقد توصل Hoffaman (١٩٧١) إلى وجود اختلافات بين أصناف الفاصوليا فى تعرضها للفقد فى الوزن من جراء الأضرار التى تحدثها عملية الحصاد الآلى بالقرون ، والتى كان بعضها غير منظور ، و بعضها الآخر يمكن ملاحظته بالعين المجردة . كذلك تؤدى عملية الحصاد الآلى إلى كسر - أو إزالة - الشعيرات التى توجد على سطح القرون ؛ مما يسبب جروحاً لا تلتئم ، وتظل مصدراً لفقد الرطوبة والفقد فى الوزن .

وقد تبين وجود اختلافات بين الأصناف فى كثافة الشعيرات التى توجد على قرونها ، وكان ذلك مرتبطاً إيجابياً بالفقد فى الوزن .

التربية لمقاومة الأمراض

١ - التربية لمقاومة عفن الجذور الجاف

يسبب الفطر Fusarium solani f. phaseoli مرض عفن الجذور الجاف فى الفاصوليا . وقد وُجِدَ مستوى مرتفع من المقاومة فى كل من P. coccineus والسلالة P.I. 203958 (التى تعرف باسم N 203) والتى انتخبت - أصلاً - من السلالة P.I. 201338. كما نقلت مقاومة P. coccineus - بنجاح - إلى الفاصوليا العادية فى السلالة 12 - 2114 (عن Wallace & Wilkinson ١٩٦٥) .

وقد أوضحت دراسات Bravo وآخرين (١٩٦٩) أن مقاومة عفن الجذور الجاف فى كل من P. coccineus ، و N 203 سائدة سيادة غير تامة على القابلية للإصابة ، وأن التأثير الإضافى للجين أكبر من تأثير السيادة . وقدروا أن المقاومة يتحكم فيها من ٣ - ٧ أزواج من الجينات ، إلا أنه لم يمكنهم تمييز التأثير المنفرد لمختلف الجينات .

وفى دراسة أخرى .. وجد Hassan وآخرون (١٩٧١) أن مقاومة السلالة N 203 يتحكم فيها أربعة أزواج من العوامل الوراثية ، بينما يتحكم فى مقاومة السلالة 12- 2114 من ٥ -

٦ أزواج ، كما وجدوا أن جينات المقاومة كانت إضـافية التأثير – أساساً – إلا أن بعض السيادة الجزئية ظهرت فى النباتات المختبرة تحت ظروف الحقل عندما كان عمرها ٩ –١٣ أسبوعاً . وقد قدروا درجة توريث المقاومة – على النطاق العريض – بنحو ٦٢ – ٦٤ ٪ فى اختبارات الصوبة ، و ٢٢ ٪ فى اختبارات الحقل عند عمر خمسة أسابيع ، و ٧٩ ٪ فى اختبارات الحقل عند عمر ٩ – ١٣ أسبوعاً . ولمزيد من التفاصيل عن مصادر ووراثة وطبيعة المقاومة لهذا المرض .. يراجع Hassan (١٩٧٠) .

٢ – التربية لمقاومة عفن الجذور الأسود

يسبب الفطر Thielaviopsis basicola مرض عفن الجـذور الأسـود فى الفاصوليا ، وتتوفر المقاومة للفطر فى السلالتين N 203 ، و 12 - 2114 اللتين سبقت الإشارة إليهما تحت التربية لمقاومة مرض عفن الجذور الجاف .

وقد أوضحت دراسات Hassan وآخرين (١٩٧١ أ) أن مقاومة السلالتين متنحية جزئياً ، ويتحكم فيها – فى كل من السلالتين – حوالى ثلاثة أزواج من الجينات ، وأن هذه الجينات متماثلة فى مصدرى المقاومة . وقدر الباحثون درجة توريث المقاومة – على النطاق العريض – بنحو ٥٩ ٪ . هذا .. ولم يتضح من الدراسات الوراثية (Hassan وآخرون ١٩٧١ ب) وجود أية علاقة أو ارتباط بين الجينات المسئولة عن المقاومة لعفن الجذور الأسود ، وتلك المسئولة عن المقاومة لعفن الجذور الجاف فى السلالتين .

٣ – التربية لمقاومة عفن الجذور الرايزوكتونى

يسبب الفطر Rhizoctonia solani مرض عفن الجذور الرايزوكتونى فى الفاصوليا ، وتتوفر مقاومة هذا الفطر فى الفاصوليا ؛ فمن بين ٦٠٠ سلالة تم اختبارها .. وجدت المقاومة فى ١٢ منها ، وكانت المقاومة مصاحبة – دائماً – بصفات مورفولوجية معينة ؛ منها صفة البذور الملونة ، ووجود الصبغات القرمزية بالنبات .

وقد وجد Deakin & Dukes (١٩٧٥) أن المقاومة ذات درجة توريث عالية ، ويتحكم فيها عدد قليل من الجينات ، وأنه يمكن نقلها بسهولة إلى التراكيب الوراثية المرغوبة بالتربية ، إلا أنه لم تنجح محاولات الحصول على سلالات مقاومة ذات بذور بيضاء ، وتعتبر

تلك أهم مشكلة تواجه استخدام هذه المقاومة فى أصناف التصنيع ؛ لأن مصانع الحفظ لا تقبل أصناف الفاصوليا الخضراء ذات البذور الملونة . هذا .. وقد حدثت فى الجيل الثانى للتلقيح - بين السلالات المقاومة ذات البذور الملونة والسلالات القابلة للإصابة ذات البذور البيضاء - انعزالات قريبة من ٩ مقاومة ذات بذور ملونة : ٣ قابلة للإصابة ذات بذور ملونة : ٤ قابلة للإصابة ذات بذور بيضاء . وأمكن بالتلقيح - بين نباتات مقاومة ذات بذور ملونة تلويناً ضعيفاً - انتخاب نباتات منعزلة كانت مقاومة وذات بذور بيضاء كالحة اللون .

ويذكر Deakin & Dukes (١٩٧٥) أن مقاومة عفن الجذور الرايزوكتونى ترتبط بعدد من الصفات المورفولوجية ؛ هى :

أ - الإنبات السريع للبذور .

ب - سرعة فقد الأوراق الفلقية .

جـ - سرعة تصلب السويقة الجنينية السفلى .

د - وجود مجموع جذرى قوى النمو .

وجميع العوامل السابقة تساعد النبات على التغلب على الإصابات المعتدلة .

هـ - البذور الملونة .. ويبدو أن لذلك علاقة بميتابوليزم النبات ؛ فربما كان لصبغات قصرة البذرة - التى تتكون من جلوكوسيدات فينولية - علاقة بالفيتو ألاكسين فاصيولين Phaseolin ، الذى يثبط نمو هذا الفطر .

وتعتبر سلالة الفاصوليا P.I. 165426 - ذات الأوراق الصغيرة - أهم مصادر المقاومة لعفن الجذور الرايزكتونى ، كما أنها مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور ، وحصل منها على سلالة متنحية ذات بذور سوداء ، كانت مقاومة - أيضاً - لكل من فطريات أعفان الجذور : Pythium ، و Fusarium ، و Thielaviopsis ، وبعض سلالات الصدأ ، مع القدرة على الإنبات فى الأراضى الباردة الرطبة (عن Silberngael ١٩٨٦) .

٤ - التربية لمقاومة العفن الأبيض

يسبب الفطر Sclerotinia sclerotiorum مرض العفن الأبيض فى الفاصوليا ، وتتوفر المقاومة لهذا الفطر ، وهى تعتمد على أسباب مورفولوجية ، وأخرى فسيولوجية ، وهما صفات كمية ، وذات درجات توريث منخفضة . وقد تمكن Lyons وآخرون (١٩٨٧) - من

خلال دورتين فقط من الانتخاب المتكرر – تحقيق تقدم كبير فى المقاومة للمرض قدر بنحو ٣١ ٪ على أساس مقياس وصفى للإصابة ، وبنحو ٥٠ ٪ على أساس طول البقع المرضية على الساق الرئيسية للنبات .

٥ – التربية لمقاومة الأنثراكنوز

يسبب الفطر Colletotrichum lindemuthianum مرض الأنثراكنوز فى الفاصوليا ، وقد درس Inglis وآخرون (١٩٨٨) إمكانات العدوى الجافة بالفطر لأغراض تقييم المقاومة بدلاً من العدوى بجراثيم الفطر التى تتطلب تحضير المعلق الفطرى قبل وقت قصير من العدوى ، وتستلزم كميات كبيرة منه لعدوى المساحات الحقلية الكبيرة . وقد استعمل الباحثون أوراقاً جافة لنباتات سبقت عدواها بالفطر فى الصوبة ، أو مزارع فطرية مجففة للفطر على بيئة خاصة هى : Perlite - cornmeal V - 8 juice agar . عُفِّرت النباتات فى الحقل بأى من مصدرى العدوى ، ووجد أن كلا المصدرين كان بنفس كفاءة العدوى بمعلق جراثيم الفطر فيما يتعلق باختبارات المقاومة الحقلية .

٦ – التربية لمقاومة الصدأ

يسبب الفطر Uromyces appendiculatus var. appendiculatus (سابقاً : .U phaseoli var. typica) مرض الصدأ فى الفاصوليا . وتتوفر عدة مصادر لمقاومة الفطر ، وطرز مختلفة للمقاومة ، كما تعرف عديد من سلالات الفطر المسبب للمرض . وتؤخذ مساحة بثرات الصدأ postules كدليل على مدى مقاومة الأصناف ؛ حيث تقسم – حسب درجة المقاومة – إلى المجاميع التالية :

أ – منيعة .

ب – مقاومة ، وهى التى تظهر بها بقع مرضية دقيقة flecks ، ولكنها تخلو من جراثيم الفطر .

جـ – متوسطة المقاومة ، وهى التى تظهر بها بثرات صغيرة لا يزيد قطرها على ٣ر٠ مم (small - pustle resistance) .

د – قابلة للإصابة ، وهى التى تظهر بها بثرات عديدة تمتلىء بجراثيم الفطر .

وتعتبر ظاهرة فرط الحساسية hypersensitivity هى الأساس الفسيولوجى للمقاومة .

وقد أمكن التعرف على أكثر من ٣٠ سلالة من الفطر فى : أستراليا ، والبرازيل ، والولايات المتحدة . ويعد ظهور السلالات الجديدة - التى تقضى على المقاومة بسرعة بعد انتشار زراعة الصنف المقاوم - أكبر مشكلة تواجه برامج التربية لمقاومة الصدأ فى الفاصوليا (عن Dixon ١٩٨١) .

وفى دراسة على وراثة صفة ضراوة virulence الفطر .. قام Christ & Groth (١٩٨٢) بإجراء تلقيحات بين عدد من عزلات الفطر التى تختلف فى ضراوتها ، ووجدا أن الضراوة يتحكم فيها ثلاثة جينات مستقلة ؛ اثنان منها متنحيان وأعطيا الرمزين $U_p A_1$ ، و $U_p A_2$ ، والثالث سائد وأعطى الرمز $U_p V_3$.

تمكن Fadl (١٩٨٣) من استحداث طفرات مقاومة للصدأ فى الفاصوليا بالمعاملة بأشعة جاما (بجرعات ٨ ، و ١٠ ، و ١٢ كيلوراد Krad) ، أو بالـ ethylmethanesulphonate (اختصارا : EMS ، بتركيز ٥ر٠ - ٥ر١ ٪) ؛ حيث انتخبت النباتات المقاومة فى الجيل الثانى (M_2) ، وتأكدت فى الجيل الثالث (M_3) فى صنفين من الفاصوليا ؛ هما : جيزة ٣ ، وجيزة ٤ . وقد كانت المعاملة بالـ EMS أكثر فاعلية فى استحداث الطفرات المقاومة .

وقد استدل من دراسات مختلفة على أن مقاومة الفاصوليا للصدأ يتحكم فيها جين واحد سائد (عن Christ & Groth ١٩٨٢ أ) ، وجين واحد سائد لخمس سلالات من الفطر (Carvlho وآخرون ١٩٧٨) وجين واحد سائد فى الصنف GN 1140 (Augustine وآخرون ١٩٧٢) وجين واحد سائد فى كل من الصنفين Cape ، و Resisto (Webster & Ainsworth ١٩٨٨) .

كما استدل - من الدراسات التى أجريت على عدد من أصناف الفاصوليا المقاومة لسلالات مختلفة من الفطر - على وجود علاقة بين جينات المقاومة فى العائل وجينات الضراوة فى الطفيل .

وعندما لقح Christ & Groth (١٩٨٢ ب) صنف الفاصوليا US 3 المقاوم لسلالة الفطر

S_{1-5} مع الصنف Early Gallatin المقاوم لسلالة الفطر P_{10-1} .. كان الجيل الأول بينهما مقاوماً للسلالتين ، واستُدِلَ – من انعزالات الجيل الثانى – على وجود عاملين مستقلين للمقاومة .

وقد تأكد الاستنتاج الأخير كذلك من نتائج الجيل الثانى للتهجين بين الصنف Pinto III القابل للإصابة بسلالتى الفطر ، وكل من الصنفين US3 ، و Early Gallatin . كما تبين – من التلقيح مع الصنف Early Gallatin – احتمال وجود جينات إضافية تتحكم فى المقاومة للسلالة S_{1-5} . وأوضحت نتائج الدراسة أن المقاومة التى يتحكم فيها الجين Up_1 فى الصنف US3 لاتظهر إلا حينما يقابل آليل المقاومة آليل عدم الضراوة $U_p A_1$ فى السلالة P_{10-1} ، أو UpV_3 فى السلالة S_{1-5} . كما أن المقاومة التى يتحكم فيها الجين U_{p2} فى الصنف Early Gallatin لا تظهر إلا حينما يقابل آليل المقاومة آليل عدم الضراوة $Up\ A_2$ فى أى من سلالتى الفطر .

وفى دراسة أخرى .. لقح Stavely (١٩٨٤) السلالة B-190 المقاومة مع الصنف Green Giant 447 ، الذى يعد متوسط القابلية للإصابة ، ثم درس الإصابة فى نباتات الآباء ، والجيلين الأول والثانى ، بعد أن قام بعدواها بثمانى سلالات من الفطر كل على انفراد . وقد اختار الباحث السلالة B-190 ؛ لأنها مشتقة من السلالة Mexico 309 التى كانت مقاومة لجميع سلالات الفطر ، التى كانت معروفة فى الولايات المتحدة حينما أنتجت تلك السلالة فى عام ١٩٧٩ . وقد توصل الباحث إلى أن المقاومة لكل من سلالات الفطر الثمانى يتحكم فيها جين واحد سائد . وظهرت المقاومة لسبع من السلالات فى صورة نقص فى مساحة البثرة اليوريدية لأقل من ٠ر٣ مم قطراً . أما مقاومة السلالة الثامنة .. فقد تمثلت فى ظهور بقع صغيرة متحللة لا تحتوى على أية جراثيم يوريدية . وقد بدا من الدراسة أن اثنين من الجينات السبعة الأولى كانت آليلية ، كما استدل منها أيضاً على أن بقية الجينات السبعة – وكذا الجين الثامن – كانت مرتبطة جيدا ببعضها ، وظهر – أيضا – أن تلك الجينات كانت مستقلة عن الجينات السائدة المسئولة عن المقاومة فى الصنف Olathe .

وإلى جانب المقاومة المنخفضة – ضد سلالات معينة race - specific – التى سبقت

الإشارة إليها .. فقد ظهر فى العقد الأخير اتجاه نحو الاستفادة من المقاومة غير المتخصصة - ضد سلالة بعينها race - nonspecific - والتى تتميز بأنها لا تفقد بمجرد انتشار زراعة الصنف الجديد المقاوم كما فى حالة المقاومة المتخصصة . ومن أهم المظاهر الأخرى للمقاومة غير المتخصصة أنها تبطىء من تقدم الإصابة بشكل ملموس ؛ بحيث لايصل المرض إلى الحالة الوبائية خلال موسم النمو ؛ ويرجع ذلك إلى قلة البثرات اليوريدية المتكونة ، وصغر حجمها ، وبطء تكوينها .

وتتأثر تلك المقاومة بمرحلة نمو الورقة حال تعرضها للإصابة ، وموضعها على النبات (عن Shaik وآخرين ١٩٨٩) ؛ حيث يستدل - من معظم الدراسات - على وجود ارتباط سالب بين عمر الورقة ومساحة البثرات اليوريدية الأولية والثانوية . وربما تتأثر بعض مظاهر المقاومة بسلالة الفطر أحيانا ، ولكن تتوفر بعض الأصناف - التى تظهر سلوكاً متجانساً - حيال جميع السلالات تحت ظروف الحقل (Shaik & Steadman ١٩٨٩) .

٧ - التربية لمقاومة اللفحة العادية

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris pv. phaseoli مرض اللفحة العادية common blight فى الفاصوليا . وبرغم توفر مصادر لمقاومة البكتيريا .. إلا أن بعض الصعوبات تقف أمام تقدم جهود التربية ودراسات وراثة المقاومة . ومن أهم تلك الصعوبات أن استجابة أى تركيب وراثى للعدوى بالبكتيريا لا تتوقف - فقط - على ما يحمله هذا التركيب الوراثى من جينات المقاومة ، وإنما تتوقف - أيضاً - على طريقة العدوى ، وسلالة البكتيريا ، وتركيز البكتيريا فى مصدر للعدوى ، والجزء النباتى المستخدم فى التقييم (الأوراق أم القرون) (Aggour وآخرون ١٩٨٩) ، وعمر النبات ، وعمر الأوراق ، والظروف البيئية . كما يوجد تفاعل جوهرى بين التركيب الوراثى وسلالة البكتيريا .

وقد أوضحت الدراسات الوراثية أن كلا من مقاومة الأوراق والقرون تعد من الصفات الكمية التى تورث مستقلة عن بعضها البعض ، وأن درجة توريث كل منها - على النطاق الضيق - منخفضة (Aggour & Coyne ١٩٨٩) .

هذا .. ويستدل من دراسات Aggour وآخرين (١٩٨٩ أ) - التى أجريت على خاصية

انتقال البكتيريا عن طريق البنور - على وجود اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الفاصوليا فى هذا الشأن ؛ حيث كانت Bac - 6 أكثرها مقاومة ، و Venezuela 44 أكثرها قابلية للإصابة ، بينما كان Pompadour Checa ، و GN Tara وسطاً بينهما . وغنى عن البيان أن التربية لمقاومة انتقال البكتيريا عن طريق البنور تساعد على مكافحة المرض ؛ لأن البادرات التى تنتج من زراعة البنور المصابة تعد مصدراً أولياً لانتشار الإصابة فى الحقل .

وفيما يتعلق بلفحة فيوسكس Fuscous Blight التى تسببها pv. fuscous من نفس البكتيريا المسببة للفحة العادية .. فإن مصادر المقاومة تتوفر - كذلك - فى عدد من الأصناف والسلالات ؛ فمثلاً .. اختبرت ١٠٨٠ سلالة ، ووجدت جميعها قابلة للإصابة ، باستثناء ٢٨ سلالة منها لم تظهر عليها سوى أعراض طفيفة للمرض . كذلك لم تظهر أعراض الإصابة على سلالتين من فاصوليا تبارى (P. acutifolius) فى الحقل ، لكنها أظهرت أعراضاً طفيفة غير عادية لدى اختبارها فى الصوبة (عن Walker ١٩٦٩) .

٨ - التربية لمقاومة اللفحة الهالية

تسبب البكتيريا Pseudomonas syringae pv. phaseolicola مرض اللفحة الهالية halo blight فى الفاصوليا . وتستجيب بعض الأصناف للعدوى بالبكتيريا ؛ بتكوين بقع متحللة ؛ نتيجة لفرط حساسيتها ؛ مما يؤدى إلى وقف نمو وانتشار البكتيريا تماماً ؛ وبذا .. تعتبر تلك الأصناف عالية المقاومة ؛ حيث لا تظهر بها أية هالات halos مرضية ، أو تحلل necrosis جهازى بها . ويعتبر الصنف Red Mexican UI No.3 مثالاً لهذا النوع من المقاومة ، وهو يقاوم سلالة البكتيريا رقم ١ ، ويتحكم فى المقاومة جين واحد سائد يأخذ الرمز Ppr . وقد قيمت ١٥٢٠ سلالة من الفاصوليا ، ووجد أن ١٤ ٪ منها كانت بها مقاومة شبيهة بمقاومة الصنف Red Mexican UI No.3 وتميزت إحداها - وهى السلالة P.I. 150414 - بالقدرة على تحمل الإصابة بسلالتى البكتيريا رقمى ١ ، ٢ ، ووجد أن تلك الصفة يتحكم فيها جين واحد متنحٍ أعطى الرمز pp^t . ولا يعرف من أصناف الفاصوليا التجارية أى صنف يتشابه مع السلالة P.I. 150414 فى القدرة على تحمل الإصابة بالسلالتين رقمى ١ ، و ٢ سوى الصنف Black Seeded Blue Lake . ولكن وجدت مقاومة أخرى كمية فى سلالة الفاصوليا OSU 10183 .

ويذكر Walker (١٩٦٩) المصادر التالية لمقاومة المرض فى الأنواع البرية القريبة من الفاصوليا :

أ – أنواع منيعة لسلالتى البكتيريا رقمى ١، و٢ ، وتظهر عليها أية أعراض للإصابة بعد العدوى ، وهى: البسلة ، واللوبيا، والفول الرومى، والبرسيم الأحمر Trifolium pratense .

ب – أنواع مقاومة لسلالتى البكتيريا لفرط حساسيتها ، وهى : P. aureus ، وP. acuifoluis ، وP. mungo ، وP. calcaratus .

جـ – النوع P. angularis : تتوفر منه سلالات تنعزل فى صفة المقاومة ، وأخرى قابلة للإصابة بسلالتى البكتيريا .

د – أنواع قابلة للإصابة بسلالتى البكتيريا، وهى P. lathyroides ، و P. coccineus، وP.lunatus، وP.polyanthus، وP.bacteatus و P.polystachyus و Glycinie max.

ولمزيد من التفاصيل عن مصادر ووراثة المقاومة للفحة الهالية ..يراجع Frazier (١٩٧٠).

٩ – التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور

تصيب نيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp. نباتات الفاصوليا بضراوة . وقد اكتشفت مقاومة النوع M. incognita فى السلالة P.I. 165426 من المكسيك ، ونقلت هذه المقاومة إلى عدد من السلالات والأصناف التجارية من الفاصوليا الخضراء . ويذكر Wyatt وآخرون (١٩٨٠) أن مقاومة تلك السلالة هى بنفس كفاءة عملية تعقيم التربة بالنسبة لمكافحة النيماتودا .

تختلف نتائج الدراسات الوراثية بشأن وراثة المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى الفاصوليا ، وإن كانت تجمع على أن الصفة كمية . فتذكر إحدى الدراسات أنها متنحية ، وتعتمد على أكثر من جين . وتذكر دراسة أخرى أنها تعتمد على زوجين من العوامل الوراثية، وأنه لا توجد حالات وسطية من المقاومة ، ويذكر Hartmann (١٩٧١) أنها تعتمد على وجود ثلاثة أزواج – على الأقل – من جينات متساوية التأثير فى صفة المقاومة ، إلا أنه يلزم توفر حدٌ أدنى من الجينات المسئولة عن القابلية للإصابة قبل أن تفقد كل المقاومة .

ونظراً لأن الفاصوليا من المحاصيل التى يصعب – كثيراً – شتلها ، لذا .. يكون من

المتعذر الاستفادة من النباتات المقاومة بعد تقليعها - لفحص جنورها - وخاصة أن عملية التقييم لا يمكن إجراؤها قبل مضى شهر أو شهر ونصف الشهر من زراعة البذور . وقد توصل Wyatt & Fassuliotis (١٩٧٩) إلى طريقة تسمح بالاستفادة من النباتات المرغوبة المنتخبة والمحافظة عليها ؛ ليمكن تهجينها أو تركها لتلقح ذاتياً .

وتتلخص تلك الطريقة فى عدوى تربة " البنشات " فى الصوبة بالنيماتودا ، وزراعة الفاصوليا فى أصص من البيت موس أو الفخار ، مملوءة بتربة غير معدية بالنيماتودا ، ثم دفن هذه الأصص فى تربة البنش . تنمو - نتيجة لذلك - بعض الجذور من الثقوب التى توجد بأسفل الأصص ؛ حيث تتعرض للإصابة بالنيماتودا ؛ وبذا .. يمكن تقييمها مع المحافظة على النباتات الأصلية - وهى بمعظم جذورها - فى الأصص .

وقد تم عدوى تربة " البنشات " فى الطريقة السابقة بمعلق من بيض النيماتودا M. incognita فى قاع حفر بعمق ١٠ سم ، وقطر ٨ سم كل ٢٠ سم فى صفوف تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٣٠ سم ؛ بحيث يصل إلى كل حفرة نحو ١٢٠٠ بيضة من النيماتودا . وكانت أصص البيت المستخدمة فى الزراعة بقطر ٦ر٧سم ، وثُقِّبت من القاع بقطر ٢ر٢ سم . وقد وضعت هذه الأصص فى الحفر التى أضيفت إليها العدوى فى تربة "البنشات" . وزرع بكل أصيص ثلاث بذور ، ثم أجريت عملية الخف على نبات واحد بعد الإنبات . وقد سجلت شدة الإصابة على الجذور التى نمت من قاع الأصص بعد ٣٥ يوماً ، و ٤٥ يوماً ، و ٥٥ يوماً من زراعة البذور .

كذلك استخدمت أصص فخارية ، زرعت فيها بذور مستنبتة فى مهاد ورقية بعد أن وصل طول النمو الجذرى بها إلى ٦ - ٨ سم ، مع إبراز طرف الجذير من قاع الإصيص قبل تغطية البادرة بالتربة . وقد كانت تلك الطريقة أفضل من طريقة أصص البيت ؛ لأن الجذور كانت نافذة من قاع الأصص ، وكان التقييم - فى جميع النباتات - على الجذر الرئيسى ؛ وبذا .. فإنه كان متجانساً .

وكان من أبرز عيوب تلك الطريقة مايلى :

أ - اعتمد التقييم - فى الحالات التى لم ينمُ فيها الجذر الرئيسى من قاع الإصيص - على إصابة الجذور الرفيعة التى نفذت من القاع ؛ الأمر الذى لم يجعل التقييم دقيقاً .

ب – نادراً ما أصيبت الجذور التى نفذت من جوانب الأصص بالنيماتودا ؛ حيث لم يتوفر لها الوقت الكافى لذلك .

جـ – لم تتحمل أصص البيت تأخير عملية التقييم إلى ٤٥ يوماً أو ٥٥ يوماً من الزراعة ؛ حيث كان من الصعب تداول الأصص آنذاك ، وغالباً ما أضير المجموع الجذرى للنباتات عندما نزعت الأصص من مكانها فى تلك المرحلة ؛ حيث ذبلت النباتات ، إلا أنها عادت إلى حالتها الطبيعية فى خلال يوم أو يومين عندما كان الفحص بعد ٣٥ – ٤٥ يوماً من الزراعة.

وقد استخدم Hartmann مقياساً من صفر إلى ٥ لشدة الإصابة عند فحصة للنباتات كما يلى : صفر – لاتوجد أية ثآليل ظاهرة ، ١ – الثآليل قليلة جداً وصغيرة الحجم ، ٢ – الثآليل متناثرة وصغيرة إلى متوسطة الحجم ، ٣ – توجد ثآليل صغيرة كثيرة العدد ، وأخرى متوسطة الحجم قليلة العدد ، ٤ – توجد ثآليل متوسطة الحجم كثيرة العدد وثآليل كبيرة كثيرة أيضاً ، ٥ – توجد ثآليل كبيرة بكل الجذور تقريباً .

ويلجأ البعض إلى تقييم نباتات الفاصوليا لمقاومة تعقد الجذور وهى فى عمر ٥٠ يوماً ، عندما تكون القرون ناضجة جزئياً ، ولكن هذه الطريقة يعيبها ما يلى :

أ – تكون البذور التى تنتجها تلك النباتات ضعيفة ، وتعطى بادرات بطيئة النمو ، مقارنة بالبذور المكتملة النمو .

ب – لا تسمح بتلقيح النباتات المنتخبة رجعياً ، أو مع نباتات أخرى مرغوبة .

جـ – قد تتعرض جذور النباتات المنتخبة – فى تلك المرحلة المتأخرة من النمو – للإصابة ببعض الفطريات المسببة للعفن ؛ مما يحدث تلفاً فى قشرة الجذور ، يصعب معه تقييم المقاومة .

ومن الطرق الأخرى التى استخدمت لتقييم نباتات الفاصوليا لنيماتودا تعقد الجذور إجراء الزراعة والعدوى فى أحواض زجاجية شفافة ؛ كتلك التى تستخدم فى دراسات نمو الجذور ؛ وبذا .. يمكن ملاحظة تكوين الثآليل مباشرة .

كما توصل Omwega وآخرون (١٩٨٨) إلى طريقة للتقييم ، تعتمد على حساب أعداد كتل بيض النيماتودا egg masses فى النموات الجذرية للنباتات المقيَّمة . زرعت النباتات – فى هذه الطريقة – فى أحواض زجاجية شفافة من تلك المستخدمة فى

ملاحظة نمو البادرات (Seedling Growth Pouches) ، وتمت عدواها بنحو ٢٠٠٠ يرقة من السلالة رقم ١ من M. incognita ، وبعد ٢١ يوماً من العدوى .. رويت النباتات بصبغة erioglaucine (بتركيز ٥٠ مجم / مل) لمدة ٧ أيام متتالية . وقد أدت هذه المعاملة إلى صبغ المادة الجيلاتينية الموجودة في كتل البيض ، دون أن تصبغ إناث النيماتودا أو البيض ؛ وبذا .. أمكن حساب أعداد كتل البيض ، وكان ذلك بعد ٢٨ يوماً من العدوى . وقد شتلت النباتات المنتخبة بعد ذلك ؛ حيث نمت لحين تمام نضجها .

وقد أوضحت الدراسة السابقة أن الارتباط بين عدد كتل البيض ، وعدد البيض كان عالياً (r = ٨٥ ر٠) ، بينما كان الارتباط بين دليل شدة التثألل Gall Index وعدد البيض منخفضاً (r = ٤٥ر٠) .

١٠ - التربية لمقاومة الأمراض الفيروسية

أوضحت الدراسات - التى أجريت على أصناف الفاصوليا الجافة Aurora ، و Sea-farer - أن المقاومة لفيرس موزايك الفاصوليا العادى Bean Common Mosaic Virus بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ، وهى المقاومة التى كانت قد اكتشفت - أصلاً - فى الصنف Corbett Refugee (Walkey & Innes ١٩٧٩ ، و Innes & Walkey ١٩٧٩) .

وبالنسبة لفيرس ذبول الفول الرومى Broad Bean Wilt Virus - الذى يصيب عدداً كبيراً من النباتات منها الفاصوليا ، وينتقل بواسطة حشرة مَنّ الخوخ الأخضر Myzus pericae - فقد وجدت المقاومة فى ٢٢ر٥ ٪ (٣٢ صنفاً) من الأصناف المختبرة .

وبدراسة وراثة المقاومة فى الصنف Sanilac .. وجدأنها بسيطة ، ويتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Bbw (Provvidenti ١٩٨٨) .

وقد تمكن Scully وآخرون (١٩٨٨) من انتخاب سلالة من الفاصوليا جَمَعتْ جينات لمقاومة ستة فيروسات من أبوين مختلفين كمايلى :

وراثة المقاومة	الصنف مصدر المقاومة	الفيرس
ثلاثة أزواج من الجينات المتنحية	Great Northern 1140	Bean Common Mosaic Virus (Pathotype NL8)
جين واحد سائد	Great Northern 1140	Brood Bean Wilt Virus
جين واحد متنح	Great Northern 1140	Clover Yellow Vein Virus
جين واحد سائد	Great Northern 1140	Pea Mosaic Virus
جين واحد سائد	B - 21	Bean Common Mosaic Virus (Pathotype N. Y. 15)
جين واحد سائد	B - 21	Bean Yellow Mosaice Virus

مصادر إضافية خاصة بتربية الفاصوليا

لمزيد من التفاصيل عن مختلف أوجه التربية فى الفاصوليا .. يراجع مايلى :

الموضوع	السنة	المرجع
الخطوات العملية لمزارع الأجنة	١٩٦٩	Lorz
شامل للتربية لمقاومة الأمراض	١٩٧٥	Zaumeyer & Miners
نشأة وتطور وتربية المحصول	١٩٧٦	Evans
شامل للتربية لمقاومة الأمراض البكتيرية	١٩٨١	Schuster & Coyne
التربية لتحسين محتوى البذور من البروتين	١٩٨٣	Bliss & Brown
الهجن النوعية فى الجنس Phaseolus	١٩٨٥	Hucl & Scoles
شامل لموضوع تربية الفاصوليا	١٩٨٦	Silbernagel

تربية اللوبيا

تسمى اللوبيا بالإنجليزية Cowpeas ، و southern pea ، كما تعرف اللوبيا الجافة بالاسمين : black - eye pea ، و black - eye bean . وهى تعرف بالاسم العلمى Vigna unguiculata (L.) Walp. subsp. unguiculata (وكانت تعرف سابقاً بالاسم العلمى : V. sinensis Savi ex Hassak) .

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن وسط أفريقيا هو موطن اللوبيا ، وقد زرعت اللوبيا – منذ القدم – فى أفريقيا وآسيا ، وعرفها الرومان والإغريق ، ونقلت إلى الأمريكتين فى القرن السابع عشر . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Steele (١٩٧٦) .

السيتولوجى ، والأنواع القريبة ، والهجن النوعية

إن اللوبيا – وجميع الأنواع الأخرى التابعة للجنس Vigna – ثنائية التضاعف ، وفيها ٢ن = ٢س = ٢٢ كروموسوماً .

يضم الجنس Vigna ‏١٧٠ نوعاً ؛ منها ١٢٠ نوعاً تنمو فى أفريقيا ، و ٢٢ نوعاً توجد فى الهند وجنوب شرق آسيا ، بينما توجد بقية الأنواع فى أمريكا وأستراليا .

وتنتمى اللوبيا المزروعة إلى النوع V. unguiculata ، الذى يضم خمسة تحت أنواع ، هى كمايلى :

١ – اللوبيا العادية (V.unguiculata subsp. unguiculata) ، وتنتشر زراعتها فى جميع أنحاء العالم .

٢ – كاتجان Catjang (V. unguiculata subsp. Catjang) ، وتنتشر زراعتها فى الهند والشرق الأقصى ، ونقلت إلى أفريقيا .

٣ – اللوبيا الهليونية asparagus bean (V. unguiculata subsp. sesquipedalis)، وهى مثل تحت النوع السابق ؛ إذ تنتشر زراعتها فى الهند والشرق الأقصى ، كما أدخلت زراعتها فى أفريقيا .

٤ – تحت النوع V. unguiculata subsp. dekindtiana ، وتنمو نباتاته برية فقط فى

الحبشة والسافانا الأفريقية .

٥ - تحت النوع V. unguiculata subsp. mensensis ، وتنمو نباتاته برية فى الغابات الاستوائية .

هذا .. وتُلَقح تحت تحت الأنواع السابقة مع بعضها البعض بسهولة تامة .

ويعتقد أن أصل اللوبيا المزروعة يرجع إلى الأنواع V. luteola ، و V. mrina ، و V. nilotica .إلا أن جميع محاولات تهجين اللوبيا مع أى من هذه الأنواع باءت بالفشل (Steele ١٩٧٦) . كذلك فشلت محاولات تهجين اللوبيا مع الأنواع الأخرى التابعة للجنس Vigna ، وهـى V. acontifolia ، و V. angularis ، و V. mungo ، و V. radiata ، و V. umbellata ، و V. vexillata ، كما فشلت محاولات تهجين اللوبيا مع كل من الفاصوليا العادية ، فاصوليا ملتى فلورا (عن Fery ١٩٨٠) .

ومن ناحية أخرى ..فقد نجحت تهجينات بين بعض أنواع الجنس Vigna (غير اللوبيا) وبعضها البعض ، وربما كان من الممكن الاستفادة من بعض هذه الهجن النوعية كقنطرة للتهجين مع اللوبيا . ونتناول بالشرح - فيمايلى - بعض هذه الهجن :

أمكن التهجين بين البلاك جرام blackgram (V. mungo) كـأم ، والجرين جرام greengram أو فاصوليا منج (V. radiata) كأب ، بشرط معاملة البراعم الملقحة بمخلوط من منظمات النمو : حامض الجبرلليك GA_3 ، ونفثالين حامض الخليك NAA ، والكينتين Kinetin لمنع سقوطها ، مع فصل الأجنة من القرون الصغيرة بعد ١١ - ١٧ يوماً من التلقيح ، وزراعتها فى بيئة محورة عن بيئة Murashige & Skoog (أضيف إليها إندول حامض الخليك IAA ، وكاينتين ، ولبن جوز هند أو Casein hydrolysate) . وقد نمت الأجنة التى عوملت بهذه الطريقة ، وأنتجت نباتات طبيعية المظهر ، بينما لم تفلح زراعة الأجنة بعد ١١ يوماً من التلقيح - حيث إنها أعطت نسيجاً كالوسيا غير متميز ، أو أنتجت نباتات ألبينو رهيفة وضعيفة - وكانت نباتات الجيل الأول للهجين النوعى خصبة جزئياً ، ومتأخرة النضج ، ومتوسطة بين نوعى الآباء فى بعض الصفات ؛ مثل : حجم الوريقات ، وطول النبات ، وعدد الفروع ، إلا أن عقد القرون والبذور كان منخفضاً جداً بسبب

الاضطراب فى الانقسام الاختزالى . وقد تحسن ذلك فى الجيل الثانى (Gosal & Bajaj ١٩٨٣).

وفى محاولات أخرى للتهجين بين النوعين V. radiata ، و V. mungo .. وجد مايلى :

١ - لم يمكن الحصول على بذور قادرة على الإنبات من التهجين إلا عندما استخدم النوع V. radiata كأم .

٢ - اختلفت أصناف النوع V. radiata اختلافا بيناً فى قدرتها على التهجين مع النوع V. mungo ، كما اختلفت فى نسبة البذور القادرة على الإنبات التى يحصل عليها من هذه التهجينات ، وفى نسبة البادرات التى تنمو إلى مرحلة الإزهار بعد نجاح الإنبات .

٣ - أمكن - بتهجين V. mungo كأب مع جيل أول هجين بين صنفين من V. radiata كأم- زيادة نسبة نجاح التهجينات ، ونسبة البذور القادرة على الإنبات ، ونسبة التى تصل إلى مرحلة الإزهار (Asian Veg. Res. & Dev. Center ١٩٧٨) .

كذلك درس Chen وآخرون (١٩٨٣) إمكانات التهجين بين أربعة محاصيل تنتمى للجنس Vigna ؛ وهى : فاصوليا منج mungbean (V. radiata) ، والبلاك جرام blackgram (V. mungo) ، وفاصوليا الأرز rice bean (V. umbellata) ، وفاصوليا أدزوكى adzuki bean (V. angularis) . وقد وجد الباحثون أن عقد الثمار اختلف باختلاف الأصناف المستخدمة فى معظم الهجن النوعية ، كما وجدوا أن إجراء الهجن النوعية - بين نباتات جيل أول هجين من كل نوع - أدى إلى زيادة فرصة نجاح الهجن النوعية ، خاصة فى حالة الهجين النوعى بين V. umbellata ، و V. radiata ، الذى حدثت فيه زيادة واضحة جداً فى عدد البذور التى نتجت من كل تلقيح ، عندما استعملت هجن بين أصناف مختلفة من كل نوع كآباء فى الهجين النوعى . كذلك وجدت اختلافات بين الهجين والهجن العكسية فى معظم الهجن النوعية . ويمكن تلخيص نتائج تلك الدراسة فيما يلى :

١ - أمكن الحصول على بذور جيدة من الهجن النوعية التالية :

V. radiata x V. mungo
V. radiata x V. umbellata

V. mungo x V. angularis

٢ – أمكن الحصول على نباتات هجين من زراعة الأجنة فى حالات الهجن النوعية التالية :

V. radiata x V. angularis

V. umbellata x V. angularis

V. angularis x V. umbellata

٣ – كانت النباتات الهجين المتحصل عليها من الهجن التالية عقيمة تماماً :

V. radiata x V. umbellata

V. radiata x V. angularis

V. mungo x V. angularis

٤ – كانت النباتات الهجين المتحصل عليها من الهجن التالية قليلة الخصوبة :

V. radiata x V. mungo

V. umbellata x V. angularis

V. angularis x V. umbellata

هذا .. ويعتقد أن الصنف النباتى V. radiata var. Sublobata هو أصل مشترك لكل من النوعين V. radiata ، و V. mungo . وقد أفاد استخدام هذا الصنف النباتى – فى الهجين النوعى – فى التغلب على عقم نباتات الجيل الأول الهجين ؛ وبذا .. أمكن إنتاج بنور الجيل الثانى لهذا الهجين النوعى .

أسس التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

تحمل أزهار اللوبيا فى نورات غير محدودة (راسيمية) ، وحامل النورة طويل ، ويخرج من آباط الأوراق . والأزهار كبيرة ولونها أبيض ، أو بنفسجى . وعلم الزهرة كبير وعريض ، والزورق ينحنى نحو الداخل ، ولا يلتف كما فى الفاصوليا .

تتفتح الأزهار فى الصباح الباكر ، وتغلق قبل الظهر ، وتسقط فى مساء نفس اليوم . وحبوب اللقاح لزجة وثقيلة ، والتلقيح الذاتى هو السائد .

وبرغم أن الرحيق - الذى يوجد خارج الأعضاء الأساسية للزهرة - يجذب النمل ، والذباب ، والنحل ، إلا أن الحشرات الثقيلة فقط هى التى تكون قادرة على الضغط على جناحى الزهرة ، وإبراز الميسم والأسدية (Purseglove ١٩٧٤) . وقد قدرت نسبة التلقيح الخلطى فى إحدى الدراسات من صفر إلى ٤٢ ر١ ٪ ؛ بمتوسط قدره ٥٩ ر٠ ٪ (Williams & Chambliss ١٩٨٠) .

ثانياً : الثمار والبذور

قرون اللوبيا طويلة مستقيمة أو منحنية ، ومستديرة المقطع ، وتظهر عليها من الخارج انخفاضات بين مواقع القرون . والبذور صغيرة ، تختلف - فى الشكل ، واللون ، والحجم - حسب الأصناف . واللون الغالب أبيض أو كريمى ، وقد توجد بالبذرة سرة سوداء ، وربما لاتوجد .

ثالثاً : طريقة إجراء التلقيحات

لإجراء التلقيحات فى اللوبيا .. يلزم - أولاً - خصى أزهار النباتات المستعملة كأمهات قبل يوم من تفتحها ، ثم تلقح فى اليوم التالى ، مع أخذ الاحتياطات لمنع وصول حبوب لقاح غريبة إليها قبل التلقيح أو بعده . وتجرى عملية الخصى كما يلى :

١ - يفصل جناحا الزهرة عن بعضيهما بسن الملقط ، ويدفعان - برفق - نحو الخارج ، مع مراعاة عدم قطعهما من قاعدتيهما .

٢ - يضغط على العلم -برفق - نحو الخلف؛ الأمر الذى يؤدى إلى كشف الزورق Keel.

٣ - يقطع جزء من الزورق بالقدر الذى يكفى لإظهار الميسم .

٤ - يجذب الجزء المتبقى من الزورق لأسفل ؛ فتبرز الأسدية .

٥ - تقطع المتوك غير الناضجة عن خيوطها بالملقط ، مع عدها حتى لا يترك أى منها .

أما عملية التلقيح .. فتجرى باستخدام ميسم زهرة حديثة التفتح ؛ حيث يكون محملاً بحبوب اللقاح .

رابعاً : العقم الذكرى

اكتشفت عدة حالات للعقم الذكرى فى اللوبيا ، إلا أنها لم تستخدم - إلى الآن - فى أى من مجالات تربية المحصول . ومن هذه الحالات مايلى :

١ - طفرتان للعقم الذكرى العادى يتحكم فى كل منهما جين واحد متنح ، أعطيا الرمزين ms-1 ، و ms-2 .

٢ - حالة عقم ذكرى ميكانيكى ، تتحور فيه البتلات بطريقة تؤدى إلى تكوين فتحة صغيرة ، يخرج منها ميسم وقلم الزهرة فى مرحلة مبكرة قبل استعداد الميسم للتلقيح ، كما يتوقف تكوين حبوب اللقاح .

وقد أطلق على هذه الحالة اسم Constricted Petal ، وهى طفرة متنحية يتحكم فيها جين يأخذ الرمز cp . هذا .. ومن السهل تمييز نباتات هذه الطفرة ؛ لأن أزهارها تختلف فى الشكل عن النباتات الطبيعية (Rachie وآخرون ١٩٧٥) .

٣ - حالة تحتجز فيها المتوك داخل البتلات ، ولا يعقد فيها سوى عدد قليل جداً من البذور . يطلق على هذه الحالة اسم Crumpled ، وهى طفرة متنحية يتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز crpt (عن Fery ١٩٨٠) .

خامساً : قوة الهجين

ذكر عديد من الباحثين وجود ظاهرة قوة الهجين فى اللوبيا ؛ حيث برزت فى صفات مثل : محصول البذور ، وطول النبات ، وقطر الساق ، وطول الورقة وعرضها (عن Fery ١٩٨٠) .

وراثة الصفات

يعرف أكثر من ١٤١ جيناً فى الجنس <u>Vigna</u> . ومن الصفات الهامة التى درست وراثتها مايلى :

١ - طبيعة النمو :

يسود النمو المتسلق على النمو القائم ، ويتحكم فى طبيعتى النمو ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية ؛ هى : T_1 ، و T_2 ، و T_3 ، وتتفاعل هذه الجينات مع بعضها بطريقة

تجعل النمو متسلقا فى كل من التراكيب الوراثية التالية :

$T_1 - T_2 - T_3 -$

$T_1 - T_2 - t_3 t_3$

$t_1 t_1 t_2 t_2 T_3 -$

أما بقية التراكيب الوراثية .. فإنها تكون قائمة . وكانت دراسات سابقة قد أوضحت أن طبيعة النمو يتحكم فيها جين واحد أو جينان ، وأن النمو المتسلق سائد على النمو القائم . وتراوحت تقديرات درجة توريث طول النبات من ٩ر٥ ٪ إلى ٢ر٩٧ ٪ بمتوسط قدره ١ر٤٥٪.

٢ - لون البرعم الزهرى :

يسود اللون الأخضر على اللون الأبيض ، ويتحكم جين واحد فى الصفة ، يأخذ الرمز Gr . وتعرف جينات أخرى كثيرة تتحكم فى لون الزهرة .

٣ - لون القرون :

يسود اللون الأخضر على اللون الأبيض ، ويتحكم فى الصفة جين واحد يأخذ الرمز G ، وتعرف عدة جينات أخرى تتحكم فى ألوان أخرى للقرون .

٤ - وضع القرون :

تسود صفة القرون القائمة erect على صفة القرون المتدلية drooping ، ويتحكم فى الصفة جين واحد يأخذ الرمز E (Singh & Jindla ١٩٧١)

٥ - حجم البذور :

أظهرت دراسات Drabo وآخرين (١٩٨٤) أن صفة وزن بذرة اللوبيا كمية ، وتظهر بها سيادة جزئية للبذور الصغيرة الحجم ، وأن معظم التفاعل الجينى إضافى . وقد قدرت درجة التوريث بنحو ١ر٨٥ ± ٣ر٥ ٪ على النطاق العريض ، وبنحو ٤ر٧٥ ± ٦ر١٨ ٪ على النطاق الضيق . كما قدر أن هذه الصفة يتحكم فيها ثمانية جينات على الأقل ، وأن كل زوج منها يحدث زيادة فى وزن البذرة قدره ٢٠ر١ جم .

٦ – شكل الورقة :

تعرف ستة جينات تتحكم فى شكل ورقة اللوبيا وطولها ومساحتها ؛ منها مايلى :

أ – الورقة الطويلة صفة بسيطة وسائدة (Llf) على الورقة القصيرة .

ب – الورقة الصغيرة صفة بسيطة ومتنحية (ls) بالنسبة للورقة الكبيرة .

جـ – الورقة البسيطة صفة بسيطة ومتنحية (unifoliate : un) بالنسبة للورقة المركبة العادية .

ولمزيد من التفاصيل عن وراثة الصفات فى اللوبيا .. يراجع Fery (١٩٨٠) .

التربية لتحسين المحصول

أولاً : مكونات المحصول

أوضحت عديد من الدراسات أنه يمكن الانتخاب للمحصول المرتفع فى اللوبيا بالانتخاب لأحد مكونات المحصول الرئيسية ، وهى : عدد القرون بالنبات ، وعدد البذور بالقرن ، وحجم البذرة ، إلا أنه يفضل – دائماً – الانتخاب لصفة المحصول ذاتها . هذا .. وقدرت درجة التوريث – على النطاق العريض – بنحو ٨ ر٥٤ ٪ لصفة عدد القرون بالنبات ، وبنحو ١ر٤٦ ٪ لصفة محصول البذور .

ثانياً : العقد الجذرية البكتيرية

لاتخفى أهمية العقد الجذرية البكتيرية فى تحسين المحصول ؛ لما لها من أهمية بالغة فى توفير عنصر الآزوت للنبات . وقد وجد Miller وآخرون (١٩٨٦) أن التفاعل الجينى الإضافى كان أكثر أهمية من تفاعل السيادة ، أو تفاعل التفوق بالنسبة لوراثة كل من صفتى : عدد العقد الجذرية بالنبات ، ونشاط إنزيم النيتروجينيز nitrogenese ، بينما كان العكس صحيحاً بالنسبة لصفة وزن العقد الجذرية بالنبات . وكانت درجات التوريث – المقدرة على النطاق العريض – عالية نسبياً بالنسبة لصفتى عدد العقد (٥٥ ر٠) ونشاط إنزيم النيتروجينيز (٦٢ر٠) ، ومنخفضة بالنسبة لصفة وزن العقد الجذرية (٣٩ ر٠) .

ثالثاً : الاستجابة للفترة الضوئية عند الإزهار

يهتم المربى بألا تكون الأصناف الجديدة حساسة للفترة الضوئية بالنسبة لإزهارها لكى تزهر ، وتعطى محصولاً فى كل الفترات الضوئية . وترجع أهمية ذلك إلى أن بعض أصناف اللوبيا حساسة للفترة الضوئية ، ويخشى من انتقال تلك الصفة إلى الأصناف الجديدة فى برامج التربية . وقد تبين أن الاستجابة للفترة الضوئية القصيرة صفة سائدة على عدم الحساسية للفترة الضوئية ، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية (عن Fery ١٩٨٠) .

التربية لمقاومة الأمراض

١ - الأنثراكنوز :

يسبب الفطر Colletotrichum lindemuthianum مرض الأنثراكنوز فى اللوبيا ، وتتوفر ثلاثة طرز من المقاومة للفطر ؛ هى : المناعة ، وفرط الحساسية ، ومقاومة الحقل . وتوجد دلائل على أن حالة فرط الحساسية يتحكم فيها جين واحد سائد .

٢ - العفن الفحمى Charcoal Rot :

يسبب الفطر Macrophomina phaseolina مرض العفن الفحمى فى اللوبيا ، وتوجد مقاومة الفطر فى الأصناف : Iron ، و Victor ، و Brabham : وهى صفة سائدة .

٣ - الذبول الفيوزارى :

يسبب الفطر Fusarium oxysporum f. tracheiphilum مرض الذبول الفيوزارى فى اللوبيا . وتتوفر فى الصنف Iron مقاومة ضد السلالات الثلاث المعروفة من الفطر . ويتحكم فى مقاومتها ثلاثة جينات سائدة.

٤ - الصدأ :

يسبب الفطر Uromyces phaseoli مرض الصدأ فى اللوبيا ، وتتوفر المقاومة ضد الفطر ، ويتحكم فيها جين واحد سائد (Fery ١٩٨٠) .

ثالثاً : الاستجابة للفترة الضوئية عند الإزهار

يهتم المربى بألا تكون الأصناف الجديدة حساسة للفترة الضوئية بالنسبة لإزهارها لكى تزهر ، وتعطى محصولاً فى كل الفترات الضوئية . وترجع أهمية ذلك إلى أن بعض أصناف اللوبيا حساسة للفترة الضوئية ، ويخشى من انتقال تلك الصفة إلى الأصناف الجديدة فى برامج التربية . وقد تبين أن الاستجابة للفترة الضوئية القصيرة صفة سائدة على عدم الحساسية للفترة الضوئية ، ويتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية (عن Fery ١٩٨٠) .

التربية لمقاومة الأمراض

١ - الأنثراكنوز :

يسبب الفطر Colletotrichum lindemuthianum مرض الأنثراكنوز فى اللوبيا ، وتتوفر ثلاثة طرز من المقاومة للفطر ؛ هى : المناعة ، وفرط الحساسية ، ومقاومة الحقل . وتوجد دلائل على أن حالة فرط الحساسية يتحكم فيها جين واحد سائد .

٢ - العفن الفحمى Charcoal Rot :

يسبب الفطر Macrophomina phaseolina مرض العفن الفحمى فى اللوبيا ، وتوجد مقاومة الفطر فى الأصناف : Iron ، و Victor ، و Brabham : وهى صفة سائدة .

٣ - الذبول الفيوزارى :

يسبب الفطر Fusarium oxysporum f. tracheiphilum مرض الذبول الفيوزارى فى اللوبيا . وتتوفر فى الصنف Iron مقاومة ضد السلالات الثلاث المعروفة من الفطر . ويتحكم فى مقاومتها ثلاثة جينات سائدة.

٤ - الصدأ :

يسبب الفطر Uromyces phaseoli مرض الصدأ فى اللوبيا ، وتتوفر المقاومة ضد الفطر ، ويتحكم فيها جين واحد سائد (Fery ١٩٨٠) .

٥ - التربية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور :

عرفت المقاومة لنيماتودا تعقد فى صنف اللوبيا Iron منذ عام ١٩٠٢ ، وكانت تلك من أوائل حالات المقاومة للآفات التى عرفت فى النباتات . وأوضح عديد من الباحثين أن مقاومة اللوبيا (عديد من الأصناف والسلالات المقاومة مثل : Victor K 798 ، و Mississippi Silver) للنيماتودا Meloidogyne incognita بسيطة وسائدة .

وفى عام ١٩٥٩ .. وجد Hare تشابها بين سلالات وأنواع اللوبيا Iron ، و M255 ، وM455 ، و M755 ، M855 فى استجابتها (مقاومتها) لكل من أنواع النيماتودا M. incognita ، و M. javanica ، و M. arenaria . كما أوضح Fery & Dukes (١٩٨٠) أن جيناً واحداً سائداً يتحكم فى المقاومة لكل من أنواع النيماتودا M. incognita، و M. javanica ، و M. hapla فى كل من الأصناف والسلالات Mississipi Silver ، وColossus ، و Iron ، و P.I. 353383 . هذا .. إلا أن Raj & Patal (١٩٧٨) أوضحا أن المقاومة لنوع النيماتودا M. incognita يتحكم فيها جين واحد سائد فى الصنف Barsani Mutant ، وجين واحد متنح فى كل من الصنف Iron ، والسلالة P 426 . وتدل دراسات Sethi & Sharma (١٩٧٨) على أن نسبة اليرقات التى تخترق الجذور تصل إلى ١٩ ٪ فقط فى الصنف المقاوم Barsani Mutant ، بينما ترتفع تلك النسبة إلى ٣٢٫٥ ٪ فى الصنف القابل للإصابة Pusa Barsani .

٦ - التربية لمقاومة فيرس موزايك اللوبيا :

يعد فيرس موزايك اللوبيا Blackeye Cowpea Mosaic Virus من الفيروسات التى تنتقل ميكانيكيا ، وبواسطة البذور . وتؤدى الإصابة بهذا الفيرس مع فيرس تبرقش الخيار إلى حدوث مايسمى بتقزم اللوبيا Cowpea Stunt ؛ ويؤدى ذلك إلى نقص المحصول بشدة إلى درجة قدرت بنحو ٨٦ ٪ فى صنف اللوبيا California Blackeye No. 5 . ولما كانت المقاومة لفيرس تبرقش الخيار غير متوفرة فى الأصناف التجارية .. فإن حدوث حالة التقزم يمكن منعها بزراعة أصناف مقاومة لفيرس تبرقش اللوبيا .

تتوفر مقاومة فيرس تبرقش اللوبيا فى كل من TVU 2480 ، والصنف Worthmore،

وكلاهما ذو مقاومة متنحية ، يتحكم فيها جين واحد أعطى الرمز blc (Walker & Cham-bliss ١٩٨١) . ولكن وجدت مقاومة أخرى فى صنف اللوبيا - Pinkeye Purple Hull BVR ، يتحكم فيها جين سائد غير آليلى للجين الموجود فى Worthmore . وفى دراسة أخرى أجريت على صنف اللوبيا المقاوم White Acre - BVR .. وجد Quattara & Chambliss (١٩٩١) أن مقاومته بسيطة وسائدة .

٧ - فيرس تبرقش الفاصوليا الأصفر :

تتوفر مقاومة فيرس تبرقش الفاصوليا الأصفر Bean Yellow Mosaic Virus فى سلالة اللوبيا P.I. 297562 ، ويتحكم فيها جين واحد متنح يأخذ الرمز by .

٨ - فيرس تبرقش اللوبيا الأصفر :

يتحكم فى القدرة على تحمل الإصابة بفيرس تبرقش اللوبيا الأصفر Cowpea Yel-low Mosaic Virus ثلاثة جينات ذات تأثير إضافى ، وتتوفر تلك الصفة فى الصنف Alabunch . كذلك تتوفر مقاومة الفيرس فى الصنف Dixielee ، وهى صفة سائدة ، ويتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز Ymr .

٩ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش واصفرار اللوبيا :

أجرى Kuhn وآخرون (١٩٨١) دراسة وراثية على المقاومة لفيرس تبرقش واصفرار اللوبيا Cowpea Chloratic Mottle Virus ، وتوصلوا إلى مايلى :

أ - يتحكم فى المقاومة لِعَرَض الحفر المتحلل necrotic etching جين سائد واحد .

ب - يتحكم فى المقاومة لتحرك الفيرس فى النبات جين سائد واحد كذلك .

جـ - يتحكم فى المقاومة لتكاثر الفيرس وتراكمه - فى النبات عدة جينات .

د - يرتبط الجين المسئول عن المقاومة لتحرك الفيرس فى النبات بأحد الجينات المسئولة عن المقاومة لتكاثر الفيرس .

هـ - لاترتبط أعراض الاصفرار بتراكم الفيرس فى النبات ، كما كان ارتباط المحصول بتراكم الفيرس فى النبات أكبر من ارتباطه بأعراض الاصفرار .

١٠ - فيرس تبرقش الخيار :

يتحكم فى مقاومة فيرس تبرقش الخيار Cucumber Mosaic Virus فى اللوبيا جين واحد سائد يأخذ الرمز Cm .

تربية الفول الرومى

يعرف الفول الرومى بالاسمين : broad bean ، و fava bean . ويعرف المحصول - عند إنتاج البذور الجافة - بالاسمين field bean ، و horse bean . وتعرف جميع أصناف الفول (سواء أكانت من الفول الرومى ، أم البلدى ، وسواء أزرعت لأجل استعمال المحصول الأخضر ، أم البذور الجافة) بالاسم العلمى .Vicia faba L.

يعتقد أن موطن الفول الرومى إما منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط ، وإما جنوب غربى آسيا . وقد عرفه قدماء المصريين ، واليهود ، وقدماء الإغريق ، والرومان . ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الفول الرومى .. يراجع Hedrick (١٩١٩) ، و Bond (١٩٧٦) ، وHawtin & Hebblethwaite (١٩٨٣) ، و Lawes وآخرون (١٩٨٣) .

السيتولوجى ، والأنواع القريبة ، والهجن النوعية

إن الفول الرومى نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ١٢ كروموسوماً . وبينما تكون جميع الأنواع التابعة للجنس Vicia ثنائية كذلك .. فإن عدد كروموسوماتها (٢ن) يختلف بين ١٠ ، و ١٢ ، و ١٤ كروموسوماً حسب النوع . ولمزيد من التفاصيل عن سيتولوجى الفول الرومى .. يراجع Chapman (١٩٨٣) .

ويؤكد Bond (١٩٧٦) أن الفول الرومى لا يُلَقَّح مع أى من هذه الأنواع القريبة ، كما لا يعرف له أى أصل برى . هذا .. برغم أن بعض الأنواع التابعة للجنس Vicia - غير الفول الرومى - تنجح التهجينات فيما بينها (Lawes وآخرون ١٩٨٣) .

وفى دراسة عن أسباب فشل الهجن النوعية بين الفول الرومى والأنواع الأخرى القريبة منه .. وجد Ramsay وآخرون (١٩٨٤) أن الأنابيب اللقاحية اخترقت الميسم فى كل الهجن ، وتوقفت فى القلم فى بعضها ، ووصلت إلى المبيض فى حالة الهجين بين الفول

الرومى V. faba ، والنوع V. narbonensis ، دون أن يحدث إخصاب ، بينما وصلت الأنابيب اللقاحية إلى المبيض ، وأخصبت بعض البويضات فى حالات الهجن النوعية التالية:

V. faba x V. galilaea

V. faba x V. johannis

V. bithynica x V. faba

هذا .. إلا أن جميع الأجنة المتكونة تلاشت فى مراحل مبكرة من تكوينها .

ولاشك فى أن فشل جميع محاولات التهجين - بين الفول الرومى والأنواع الأخرى التابعة للجنس Vicia - يُحد من محاولات تحسين المحصول ، ونقل صفات هامة إليه من تلك الأنواع . ويعتقد أن أقرب الأنواع للفول الرومى هى : V. galilaea ، و V. narbonensis ، و V. hyaeniscyamus (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) .

أسس التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

تحمل أزهار الفول الرومى فى نورات راسيمية إبطية ، وتحتوى النورة على ٢ - ٦ أزهار، ويكون لون الأزهار أبيض مائلاً إلى الرمادى ، وتوجد بجناحى الزهرة بقع سوداء . تتكون الكأس من خمس أسدية ، ويتكون التويج من العلم ، والجناحين ، والزورق . أما الطلع .. فيتكون من تسع أسدية ملتحمة ، وواحدة سائبة . ويتكون المتاع من كربلة واحدة ، ويحتوى المبيض على غرفة واحدة .

والتلقيح فى الفول الرومى ذاتى ؛ وذلك لأن حبوب اللقاح تنتثر على الميسم داخل الزورق، ومع ذلك .. فإنه تحدث نسبة عالية من التلقيح الخلطى قد تصل - عند توفر نشاط حشرى جيد - إلى ٢٠ ٪ - ٥٠ ٪ ؛ بمتوسط قدره ٣٠ ٪ . ويقل محصول البذور - كثيراً - عند غياب الحشرات الملقحة ، أو عند نقص النشاط الحشرى ، وهو ما يحدث عند كثرة الأمطار أثناء الإزهار . يزور النحل نباتات الفول الرومى فى وسط النهار ؛ لجمع الرحيق من الغدد الموجودة تحت الأذينات . أما زيادة الأزهار .. فتكون غالباً من الساعة الثانية إلى الرابعة بعد الظهر .

ويزور النحل الأزهار لجمع حبوب اللقاح بصفة أساسية ؛ وذلك لأن لسان الحشرة ليس طويلاً بدرجة تكفى لجمع الرحيق من الغدد الرحيقية . وتقوم بعض الحشرات - أحيانا - بثقب قاعدة التويج لامتصاص رحيق الزهرة ، ويستفيد نحل العسل من هذه الفتحات لامتصاص الرحيق منها أيضاً . ولا تفيد زيارة النحل - فى هذه الحالة - بالنسبة لعملية التلقيح . وتكفى - عادة - خلية نحل واحدة للفدان لكى يكون التلقيح جيداً (McGregor ١٩٧٦) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Bond & Poulsen (١٩٨٣) .

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة الفول الرومى قرن ، ويتراوح طولها من ٥ - ٣٠ سم أو أكثر فى الأصناف المختلفة. والبذرة كبيرة منضغطة ، لونها بنى ، أو رمادى ، أو أسود ، أو قرمزى ، أو أبيض حسب الصنف .

ثالثاً : طرق التلقيح الصناعى

يلزم لإجراء التلقيحات الصناعية فى الفول الرومى خصى أزهار نباتات الأمهات - أولاً- قبل انتثار حبوب اللقاح من المتوك . وتجرى عملية الخصى قبل تفتح البرعم الزهرى ، وهو مازال فى مرحلة النمو التى تعرف باسم الـ hooded stage .

يتم الخصى بفتح البرعم بالملقط ، وإزالة جميع المتوك . وبرغم أنه يمكن تلقيح الأزهار المخصية بعد الخصى مباشرة .. إلا أنه يفضل الانتظار إلى اليوم التالى حينما تكون الزهرة أكثر استعداداً لعملية التلقيح . تؤخذ حبوب اللقاح من إحدى الأزهار الحديثة التفتح من سلالة الأب ؛ بالاستعانة بالملقط أو بفرشاة من شعر الجمل .

يفضل أن تجرى عملية التلقيح داخل صوبة محمية - لا تدخلها الحشرات التى يمكن أن تلوث الأزهار بحبوب لقاح غريبة - وإن لم يتوفر ذلك .. وجبت حماية أزهار سلالة الأب قبل تفتحها ، وحماية أزهار الأم بعد خصيها ، مع توفير تلك الحماية لعدة أيام بعد تلقيحها . وتتم الحماية بتغليف النبات أو العنقود الزهرى بكيس بلاستيكى شفاف بحجم مناسب . وتكون نسبة نجاح التلقيحات - عادة - فى حدود ٥٠ ٪ ، ويعطى كل تلقيح من٢ - ٩ بذور حسب سلالة الأب .

وقد يستخدم النحل فى التلقيحات فى بعض برامج التربية ، ويلزم فى هذه الحالة الاعتماد على الجينات المعلمة ؛ للتأكد من حدوث التلقيحات . كما يفيد إدخال صفة العقم الذكرى فى سلالات الأمهات . ويجب غسل النحل المستخدم فى التلقيحات بالماء لتخليصه من حبوب اللقاح الغريبة ، أو استخدام نحل لم تسبق له زيارة حقول فول رومى لمدة يومين قبل الاستعانة به فى التلقيحات (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) .

رابعاً : العقم الذكرى واحتمالات إنتاج الهجن

تتوفر طفرات العقم الذكرى بنوعية الوراثى والوراثى السيتوبلازمى فى الفول الرومى . فبالنسبة للعقم الذكرى الوراثى .. اكتشفت طفرتان بسيطتان متنحيتان أعطيتا الرمزين ms-1 ، و ms-2 . كما أحدثت طفرة ثالثة بسيطة وسائدة بالمعاملة بالـ EMS ، وأعطيت الرمز Ms-d . وقد اقترح استخدام هذه الطفرة بكفاءة فى إجراء التلقيحات فى برامج التربية بالانتخاب المتكرر . كما سبق استخدام الجين ms-1 لهذا الغرض .

أما العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى .. فقد عرف فى الفول الرومى منذ فترة طويلة، ولكن لم يمكن - إلى الآن - الاستفادة منه فى إنتاج الهجن التجارية . وكان السبب الرئيسى فى ذلك هو عدم ثبات السلالات العقيمة الذكر ، وعودتها إلى حالة الخصوبة ، ولكن أمكن التغلب على هذه المشكلة بانتخاب سلالات أكثر ثباتا . ومن المعروف أن سيتوبلازم النباتات العقيمة الذكر يحتوى على جسيمات كروية الشكل ، وحامض RNA مزدوج الخيط (عن Bond ١٩٨٩) .

وفى محاولة لدراسة اقتصاديات إنتاج هجن الفول الرومى باستخدام ظاهرة العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى .. قدّر Bond (١٩٨٩ أ) أن سعر التقاوى يبلغ ضعف سعر تقاوى الأصناف الثابتة وراثيا ، وأن تلك الزيادة فى تكاليف الإنتاج يمكن تعويضها بزيادة فى المحصول قدرها ١٠ ٪ فقط على أساس أن محصول الأصناف العادية يقدر بنحو ٤ أطنان للهكتار (١٫٦٨ طناً للفدان) . هذا .. بينما كان متوسط محصول الهجن - فى هذه الدراسة - يزيد بمقدار ٢٢ ٪ على متوسط محصول أعلى الآباء محصولاً فى تلك الهجن .

١ – محتوى البنور من البروتين :

وجد Griffiths & Lawes (١٩٧٨) أن نسبة البروتين فى بنور الفول الرومى تراوحت – فى عدد من الأصناف – من ٢٢ – ٣٨ ٪ . كذلك وجد الباحثان مشابهة بين نباتات فردية داخل الصنف الواحد بكل من الأصناف : Dacre ، و Danas ، و Dylan . وقد كانت درجة توريث تلك الصفة مرتفعة ، بينما لم يلاحظ أى ارتباط بين نسبة البروتين وكمية المحصول . وجدير بالذكر أن الانتخاب لزيادة نسبة البروتين فى البنور يكون مصاحباً – عادة – بنقص فى مستوى الليسين lysine فى البروتين ، وزيادة فى مستوى الأرجنين arginine ، بينما يبقى مستوى الهستدين histidine ثابتا . وأغلب الظن أن زيادة نسبة البروتين تكون مصاحبة بتأخير فى نضج البنور (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) .

٢ – لون قصرة البذرة :

أوضحت دراسات Ricciardi وآخرين (١٩٨٥) على لون قصرة بذرة الفول الرومى أن اللون المبقع سائد على جميع الألوان الأخرى (القرمزى ، والبنى ، والأخضر ، والأحمر ، والأسود ، والبيج) ، وأن اللون البنى سائد على كل من الألوان الأسود ، والأخضر ، والبيج ، بينما كان اللونان الأسود والأحمر متنحنين فى جميع التلقيحات .

وقد كانت الانعزالات فى الجيل الثانى كمايلى :

أ – بنفسجى ، أو بنى ، أو أسود ، أو أحمر ، أو مبقع × بيج أعطى ٣ ملون : ١ بيج .

ب – أخضر × بيج أعطى ٩ أخضر : ٧ بيج .

٣ – محتوى البنور من المركبات الضارة بصحة الإنسان :

تحتوى بنور الفول الرومى – كغيرها من البقوليات – على عديد من المركبات الضارة بصحة الإنسان . ولحسن الحظ .. فإن معظم هذه المركبات يتم التخلص منها بالحرارة ، ولا يبقى منها سوى قليل من المركبات التى تعد سامة لمن لديهم الاستعداد الوراثى للتسمم بها ؛ كما فى الحالة المعروفة طبياً باسم favism . ولحسن الحظ .. فإنه تتوفر اختلافات كبيرة بين أصناف وسلالات الفول الرومى فى محتوى بنورها من تلك المركبات مثل : مثبطات

البروتييز Protease Inhibitors ، و الـ Haemagglutinins ، والجلوكوسيدات المسببة للـ Favism ، و الـ Phytates ، و الـ Tannins (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) .

التربية للقدرة على المعيشة تعاونيا مع بكتيريا العقد الجذرية

كان قد اكتشف فى البسلة طفرات طبيعية ، وأخرى متنحية صناعياً غير قادرة على المعيشة تعاونيا مع بكتيريا العقد الجذرية التى تقوم بتثبيت آزوت الهواء الجوى . كما وجدت سلالات بسلة - مستوردة من أفغانستان - لا تتقبل المعيشة تعاونياً مع سلالات رايزوبيم Rhizobium الأوربية ، برغم أن سلالات البكتيريا التركية يمكنها المعيشة تعاونياً مع كل من أصناف وسلالات البسلة الأوروبية والأفغانية .

وفى كل هذه الحالات .. وجد أن صفة المقاومة للبكتيريا يتحكم فيها جين واحد متنح . وقد اكتشف Duc & Picard (١٩٨٦) طفرة متنحية مماثلة فى الفول الرومى ، تجعل النبات غير قادر على المعيشة مع بكتيريا العقد الجذرية R. leguminosarum المتخصصة على الفول الرومى . تكون جذور هذه النباتات خالية تماما من العقد الجذرية التى تعيش فيها البكتيريا ، ويمكن تمييزها بكون نباتاتها تبدو صفراء اللون بعد استكمالها لمرحلة نمو الورقة الحقيقية الثالثة .

التربية لمقاومة الآفات

١ - التربية لمقاومة الأمراض :

وجدت اختلافات كبيرة بين الأصناف فى مقاومتها لعدد من الأمراض الهامة ؛ مثل : التبقع البنى Chocolate spot الذى يسببه الفطران Botrytis fabae ، و B. cinerea ، وتبقع الأوراق والقرون leaf and pod spot الذى يسببه الفطر Ascohyta fabae ، والصدأ الذى يسببه الفطر Uromyces viciae - fabae والذبول الفيوزارى الذى يسببه الفطر Fusarium spp. ، والبياض الدقيقى الذى يسببه الفطر Erysiphe polygonii ، والفيروسات الهامة ؛ مثل فيرس موزايك الفاصوليا الأصفر (عن Lawes ١٩٨٣) . وبرغم أن معظم دراسات المقاومة للأمراض كانت على الفول البلدى .. إلا أنه يمكن الاستفادة من مصادر المقاومة فى برامج تربية الفول الرومى .

٢ – التربية لمقاومة الهالوك :

وجد Boorsma (١٩٨٠) اختلافات كبيرة بين أصناف الفول الرومى فى مقاومتها للهالوك Orobanche crenata . وكان أفضل دليل لتقييم المقاومة هو عدد سيقان الهالوك المتكونة عند نضج بذور الفول . وكان أفضل مستوى للعدوى ببذور الهالوك هو ٩٠٠ بذرة بكل أصيص ، مع شتل النباتات – بأصصها – فى الحقل بعد الإنبات . هذا .. إلا أن شدة الإصابة ترتبط بمدى قوة النمو الخضرى للنباتات المختبرة – سواء أكانت الاختلافات بين النباتات ترجع إلى أسباب بيئية (كما هى الحال فى النباتات التى توجد فى نهايات الخطوط ، والتى يكون نموها الخضرى والجذرى أقوى من النباتات الأخرى فى الخط) ، أم إلى أسباب وراثية (كما هى الحال بين الأصناف) – ولذا .. فإنه لا يمكن الاعتماد على العدد الكلى لسيقان الهالوك المتكونة كدليل على المقاومة .

وعندما أخذ هذا العامل فى الحسبان .. وجد Aalders & Pieters (١٩٨٧) أن جميع الأصناف المختبرة كانت – فى حقيقة الأمر – قابلة للإصابة ، وذلك باستثناء الصنف BBL 2210 ، الذى أظهر درجة من الإصابة أقل مما كان متوقعا على أساس نموه الخضرى . وعن وراثة المقاومة للهالوك .. ذكر أنها معقدة ، ويتحكم فيها جينات متعددة متنحية فى سلالتين من الفول الرومى ؛ هما رقما 171 ، و 271 (عن Lawes وآخرين ١٩٨٣) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Cubero (١٩٨٣) .

الفصل التاسع

تربية الصليبيات الرئيسية :

الكرنب ، والقنبيط ، واللفت ، والفجل

يعتبر الكرنب ، والقنبيط ، واللفت ، والفجل أهم محاصيل الخضر التى تتبع العائلة الصليبية Cruciferae ، وهى عائلة كبيرة – نسبياً – تضم نحو ٣٠٠ جنس ، وحوالى ٣٠٠٠ نوع .

من الأسماء الأخرى التى يعرف بها الكرنب فى بعض الدول العربية كل من : الملفوف ، واللهانة . وهو يعرف فى الإنجليزية باسم Cabbage ، واسمه العلمى Brassica oleracea var. capitata L. . وينتمى الكرنب إلى مجموعة من الصليبيات تعرف باسم " الكرنبيات " Cole Crops ، وهى تضم – إلى جانب الكرنب – القنبيط ، والبروكولى ، والكولارد ، والخردل ، والكرنب الصينى ، وكرنب أبو ركبة ، وكرنب بروكسل .

ويطلق على القنبيط (أو الزهرة) بالإنجليزية اسم Cauliflower ، أو Heading Broccoli ، واسمه العلمى Brassica oleracea var. botrytis .

ويعرف اللفت فى العراق باسم شلغم ، وهو فى الإنجليزية turnip ، واسمه العلمى Brassica campestris L. var. rapifera Metz. ، ومن أسمائه العلمية السابقة : B. rapa L. ، و B. campestris L. .

أما الفجل .. فيطلق عليه اسم الرويد فى بعض الدول العربية ، ويسمى بالإنجليزية

Radish ، واسمه العلمى .Raphanus sativus L . وتوجد من الفجل خمسة أصناف نباتية ، هى :

١ - R. sativus var. radicula : جذوره صغيرة ، ويصل إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد بعد فترة قصيرة من النمو ، وتنتمى إليه معظم الأصناف التجارية المعروفة من الفجل .

٢ - R. sativus var. niger : جذوره كبيرة ، وتوجد منه أصناف تجارية ذات جذور ضخمة تؤكل طازجة ، أو مطبوخة . وتنتشر زراعتها فى الصين ، واليابان ، ومازالت له بعض الأهمية فى ألمانيا .

٣ - R. sativus var. longipinnatus : تزرع بعض الأصناف التجارية التى تنتمى لهذا الصنف النباتى - بصورة تجارية - فى الصين ، واليابان وشرق آسيا . تنتج هذه الأصناف جذوراً بيضاء أسطوانية ضخمة ، قد يصل وزن الجذر الواحد منها إلى ٥ر٢ كجم ، ويصل فى بعض الأصناف اليابانية إلى ١٨ - ٢٢ كجم . وتؤكل هذه الجذور طازجة، أو مطبوخة .

٤ - R. sativus var. mougri : لايكون هذا الصنف النباتى جذوراً متضخمة ، ويزرع لأجل أوراقه ، وقرونه (ثماره) التى توكل وهى مازالت غضة ، والتى يتراوح طولها - عادة - من ٢٠ - ١٠٠ سم . وتنتشر زراعته فى دول جنوب شرقى آسيا .

٥ - R. sativus var. oleifera : لايكون هذا الصنف النباتى جذوراً متضخمة ، ويزرع لأجل استعماله كعلف ، أو كسماد أخضر . وتنتشر زراعته فى دول شمال أوروبا (Purseglove ١٩٧٤) .

الموطن وتاريخ الزراعة

من المعتقد أن الكرنب المزروع - حالياً قد نشأ من طراز برى لايكون رؤوساً ، وينمو منذ آلاف السنين فى تركيا ، ومنطقة شرق البحر الأبيض المتوسط . ويوجد الكرنب نامياً بحالة برية على سواحل إنجلترا ، والدانمرك ، وشمال فرنسا ، وفى أماكن أخرى متفرقة من أوروبا تمتد شرقاً حتى اليونان . ويزرع الكرنب منذ أكثر من ٤٥٠٠ سنة .

وقد كان الكرنب معروفاً لدى قدماء المصريين ، والإغريق ، والرومان . ويقال إنه وجد فى المقابر الرومانية بهوارة . وقد انتقلت زراعة الكرنب إلى الأمريكتين فى القرن السابع عشر (سرور وآخرون ١٩٣٦ ، Asgrow Seed Co. ١٩٧٧) .

كذلك يعتقد أن موطن القنبيط فى صقلية ، وجنوب إيطاليا ، وربما فى مناطق أخرى فى حوض البحر الأبيض المتوسط .

وقد ذكرت أصناف القنبيط التى كانت معروفة فى مصر وتركيا فى القرن السادس عشر. ولمزيد من التفاصيل عن نشأة كل من الكرنب والقنبيط .. يراجع Hedrick (١٩١٩) ، و Thompson (١٩٧٦) .

أما اللفت .. فقد وجد نامياً بحالة برية فى روسيا . ومن المعتقد أن مراكز نشأته الأولية كانت فى منطقة البحر الأبيض المتوسط – التى تطورت منها الطرز المستعملة فى الزراعة فى أوروبا – ومنطقة شرق أفغانستان ، والمنطقة المجاورة لها من باكستان ، كما يعتقد بوجود مراكز نشوء ثانوية للفت فى كل من تركيا ، وإيران (McNauaghton ١٩٧٦) .

ويعتقد أن الفجل نشأ فى الصين ؛ حيث لايزال ينمو فيها بحالة برية . كما يعتقد أن منطقة وسط آسيا تمثل مركزا ثانويا لنشأة الطرز المختلفة من الفجل ، بعد أن انتقل إليها من الصين فى عصور ماقبل التاريخ .

وقد كان الفجل غذاءً معروفاً لدى قدماء المصريين ، والإغريق ، والرومان (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧) هذا .. بينما يذكر Yamaguchi (١٩٨٣) أن الفجل نشأ فى منطقة شرق البحر الأبيض المتوسط ، ثم انتقل منها إلى الصين . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Banga (١٩٧٦) .

السيتولوجى ، والأنواع القريبة ، والهجن النوعية والجنسية

إن جميع محاصيل الخضر التى تتبع العائلة الصليبية ثنائية التضاعف ، ولكن عدد كروموسوماتها يختلف من نوع محصولى لآخر . ففى الفجل R. sativus .. نجد أن ٢ن = ٢س = ١٨ كروموسوماً . وتختلف كروموسومات الهيئة الكروموسومية للفجل (التى تأخذ الرمز r) اختلافاً بيناً عن كروموسومات الهيئات الكروموسومية الثلاث المعروفة فى

الجنس Brassica ، وهى كمايلى :

الهيئةالكروموسومية	عدد الكروموسومات (ن)
a	١٠
b	٨
c	٩

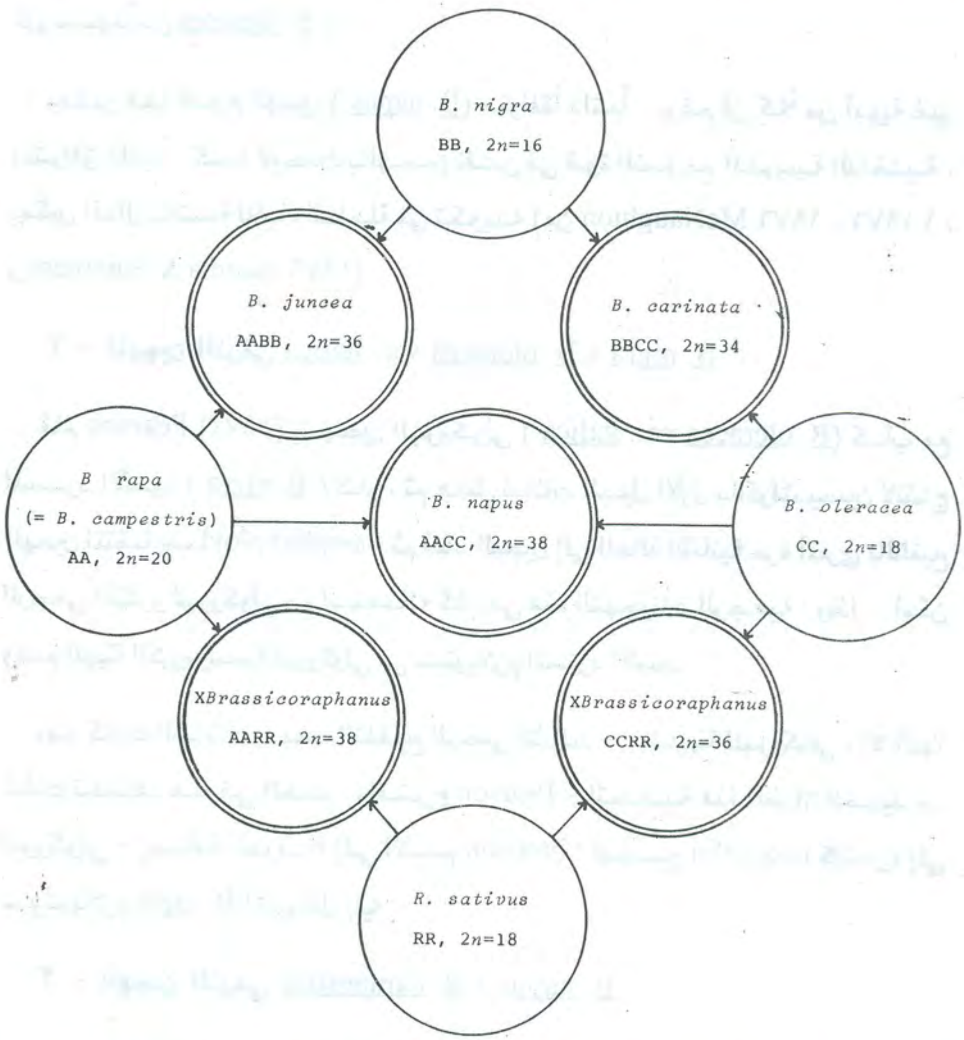
وتتوزع الهيئات الكروموسومية الثلاث التى توجد فى الجنس Brassica على مختلف الأنواع المحصولية التى تتبع الجنس كمايلى (عن Yamaguchi ١٩٨٣ ، و Dikson & Wallace ١٩٨٦) :

النوع النباتى	الأنواع المحصولية	الهيئاتالكروموسومية	السيتوبلازم	عددالكروموسومات (٢ن = ٢س)
B. campestris	اللفت والكرنب الصينى وغيرهما	aa		٢٠
B. nigra	المسترد الأسود	bb	B	١٦
B. oleracea	الكرنب والقنبيط والبروكولى والكيل	cc	C	١٨
	وكرنب أبو ركبة وغيرها	bb cc	BC	٣٤
B. carinata	مسترد الحبشة			
B. juncea	المسترد الهندى	aa bb	AB	٣٦
B. napus	الروتاباجا ولفت الزيت	aa cc	AC	٣٨

ويوضح شكل (٩ -١) العلاقة الوراثية بين مختلف الأنواع المحصولية التى تتبع العائلة الصليبية (عن Ayotte وآخرين ١٩٨٩) . وتهجن هذه الأنواع بين بعضها البعض بصعوبة ، مع الاستعانة بمزارع الأجنة . وتتناول بالشرح - فيما يلى - بعض الهجن النوعية والجنسية فى العائلة الصليبية .

١ - الهجين النوعى B. oleracea x B. campestris

أمكن إجراء هذا التهجين - صناعياً - بالاستعانة ببيئات الأجنة ، وكان الهجين النوعى الناتج على درجة عالية من العقم إلا أنه استعاد خصوبته لدى مضاعفة كروموسوماته ؛ أى فى النبات المتضاعف هجينياً amphidiploid . وقد حدث ذلك كله تلقائياً فى الطبيعة منذ



شكل (٩-١) : العلاقة الوراثية بين مختلف الأنواع المحصولية التى تتبع العائلة الصليبية . يلاحظ أن الأنواع المبنية داخل دوائر مزدوجة هى أنواع متضاعفة هجينياً amphidiploids .

أمد بعيد ، ونتج منه النوع B. napus ، الذى يشتمل على الروتاباجا ، ولفت الزيت .

يحتوى هذا النوع على الهيئات الكروموسومية الكاملة لكل من النوعين الداخلين فى تكوينه ؛ أى إن به ٣٨ كروموسوماً (٢٠ كروموسوماً من B. campestris ، و ١٨ كروموسوماً من B. oleracea) .

يعتبر هذا النوع الهجين (B. napus) متوافقاً ذاتياً ، برغم أن كلاً من أبوية غير متوافق ذاتياً . كما لايحدث بالهجين نقص فى قوة النمو مع التربية الداخلية ، بعكس الحال بالنسبة للآباء الداخلة فى تكوينه (عن McNaughton ١٩٧٦ ، ١٩٧٦ أ ، و Honma & Summers ١٩٧٦) .

٢ - الهجين النوعى B. nigra x B. oleracea var. italica

قام Pearson (١٩٧٢) بتهجين البروكولى (B. oleracea var. italica) كأب مع المسترد الأسود (B. nigra) كأم ، ثم عامل نباتات الجيل الأول بالكولشيسين لإنتاج الهجين المتضاعف amphidiploid ، ثم أعاد الهجين إلى الحالة الثنائية مرة أخرى بالتلقيح الرجعى المتكرر للبروكولى مع استعماله كأب فى هذه التهجينات الرجعية ؛ وبذا .. أمكن وضع الهيئة الكروموسمية للبروكولى فى سيتوبلازم المسترد الأسود .

وقد كانت النباتات - بعد التلقيح الرجعى الثالث - مشابهة للبروكولى ، إلا أنها كانت تختلف عنه فى الطعم . واقترح Pearson - لتسمية هذا الطراز الجديد من البروكولى - إضافة الحرف n إلى الاسم broccoli ؛ ليصبح broccolin كإشارة إلى سيتوبلازم B. nigra الذى نقل إليه .

٣ - الهجين النوعى B. napus x B. campestris

ينجح هذا التهجين بدرجة عالية خاصة عند استعمال النوع B. napus كأم . يحتوى النوع B. campestris على ٢٠ كروموسوماً ، وهو ثنائى التضاعف ، بينما يحتوى النوع B. napus على ٣٨ كروموسوماً ، وهو هجين متضاعف amphidiploid أصلاً . أما

الهجين بينهما .. فتلزم مضاعفة كروموسوماته ليصبح - بدوره - متضاعفاً هجينياً ، وتكون فيه ٢ ن = ٤س = ٥٨ كروموسوماً ، ويطلق عليه اسم B. napocampestris .

تتوفر من هذا الهجين طرز تصلح لاستعمال الجذور ، وأخرى لاستعمال الأوراق ، وثالثة لاستخراج الزيت من بذورها ، إلا أنها لم تستعمل على نطاق تجارى بعد . ويوفر هذا الهجين إمكانية نقل صفة - أو مجموعة من الصفات - من أحد النوعين المهجنين إلى الآخر باستمرار التهجين الرجعى إلى النوع الذى يراد نقل الصفات إليه (McNaughton ١٩٧٦) .

وقد تمكن Johnston (١٩٧٤) من نقل صفة المقاومة للسلالة رقم ٣ من الفطر المسبب لمرض تدرن جذور الصليبيات من صنف اللفت Waaslander إلى الصنف Nevin من لفت الزيت rape ؛ عن طريق إنتاج الهجين النوعى المتضاعف B. napocampestris ، ثم تهجينه رجعياً إلى الصنف Nevin . وقد استعيدت صفات لفت الزيت - بسرعة كبيرة - بعد تلقيحين رجعيين فقط .

٤ - الهجين النوعى B. napus x B. juncea

أمكن إنتاج الهجين النوعى B. napus x B. juncea ، وكذلك الهجين العكسى بينهما ؛ بالاستعانة بمزارع المبايض ovary culture ، ومزارع البويضات ovule cultre ، ومزارع الأجنة embryo culture (Bajaj وآخرون ١٩٨٦) .

٥ - الهجين النوعى B. juncea x B. campestris

يذكر Mohapatra & Bajaj (١٩٨٨) أن مزارع المبايض أعطت هجيناً متوافقاً جزئياً بين B. juncea (٢ن = ٣٦ كروموسوماً) كأم ، و B. campestris (٢ن = ٢٠ كروموسوماً) كأب . زرعت المبايض - وهى فى عمر ٥ إلى ٧ أيام - فى بيئة هوايت White زودت بكل من الـ casein hydrolysate (٣٠٠ جم / لتر) ، والسكروز (٥ ٪) ؛ حيث أمكن الحصول على أعداد كبيرة من البذرة الهجين . نقلت النباتات المتحصل عليها من تلك البذور إلى الحقل ، وتبين أنها متوسطة بين أبويها فى كل من عدد الكروموسومات (٢ن = ٢٨) ، وبعض الصفات المورفولوجية . هذا .. ولم تتفتح البراعم الزهرية فى هذه النباتات ،

وكانت متوكها غير مكتملة النمو ، وحبوب لقاحها عقيمة ، ولكن أمكن – بالرغم من ذلك – الحصول على بعض البذور منها .

٦ – الهجين النوعى B. napus x B. oleracea

ينجح التهجين بين الروتاباجا (اللفت السويدى) B. napus ، وبين كل من : الكيل ، والكرنب ، والقنبيط التى تتبع النوع B. oleracea . ويذكر Honma & Summers (١٩٧٦) أن الهجين مع القنبيط كان وسطاً بين نوعى الآباء . هذا .. إلا أن نسبة نجاح التهجينات – مع الحصول على نباتات من البذور – كانت منخفضة للغاية ؛ حيث تراوحت – مع مختلف الباحثين – من ٠٫٠٥ ٪ – ٠٫٣ ٪ (عن Ayotte وآخرين ١٩٨٧) .

وقد استُخْدِمت طرز مختلفة من اللفت السويدى كقنطرة وراثية لنقل صفة المقاومة للأمراض من الكرنب إلى الكرنب الصينى (McNaughton ١٩٧٦) .

كما أجرى Ayotte وآخرون (١٩٨٧ ، ١٩٨٨) هذا التهجين ؛ بغرض نقل صفة المقاومة لمبيد الحشائش ترايزين triazine من اللفت السويدى إلى ثلاثة أنواع محصولية من النوع النباتى B. oleracea ، واستخدمت مزارع الأجنة للحصول على نباتات الجيل الأول . وبالرغم من أن نباتات الجيل الأول لهذا الهجين كانت وسطاً – فى صفاتها المورفولوجية – بين نوعى الآباء .. إلا أنها اختلفت – لدى فحصها سيتولوجياً – فى أعداد الكروموسومات التى وجدت بها . ومن بين ٤٩ هجيناً تم فحصها .. كانت نتيجة الفحص كمايلى :

عدد الهجن	عدد الكروموسومات بكل منها	الهيئات الكروموسومية المحتمل وجودها بها
٤٤	٢٨	$A_1 C_1 C$
٢	٣٧	$A_1 C_1 CC$
١	٣٨	matromorph
٢	٥٦	$A_1 A_1 C_1 C_1 CC$

وتمكن الباحثون (Ayotte وآخرون ١٩٨٨ أ) من تهجين الجيل الأول – لهذا الهجين النوعى – رجعياً إلى اللفت السويدى ، وكان الهجين الرجعى ناجحاً – سواء استخدم اللفت السويدى كأم ، أم كأب – ولكن البذور المتحصل عليها من الهجين الرجعى كانت أكثر عدداً

عندما استخدم اللفت السويدى كأم . أما التلقيحات الرجعية إلى النوع B. oleracea .. فقد فشلت تماماً . وبالرغم من ذلك .. فقد أمكن فصل الأجنة الصغيرة الناتجة من التهجين (الذى استخدم فيه B. oleracea كأب) وزراعتها فى بيئة خاصة . حدث ذلك فى تلقيحات رجعية استخدم فى إنتاجها نبات هجين رباعى التضاعف فيه ٢ ن = ٤س = ٣٧ ($A_1 A_1$ CC) ، ونبات آخر هجين sesquidiploid فيه ٢ن = ٣س = ٢٨ (A_1C_1 C) . وقد تراوحت أعداد الكروموسومات فى النباتات الناتجة من تلك التلقيحات الرجعية من ٢١ إلى ٢٧ كروموسوماً .

ومع استمرار المحاولات لنقل صفة المقاومة لمبيد الحشائش ترايزين من اللفت السويدى للنوع B. oleracea .. لقح الباحثون (Ayotte وآخرون ١٩٨٩) نباتات من الجيل الأول للتلقيح الرجعى الأول (تراوح عدد كروموسوماتها من ٢٥ - ٢٧ كروموسوماً) رجعياً - مرة ثانية - إلى النوع B. oleracea ، ولكن لم ينجح التهجين إلا حينما زرعت الأجنة الناتجة منه فى بيئات صناعية ؛ حيث أمكن عزل تسعة نباتات (من هذا الجيل الأول للتلقيح الرجعى الثانى F_1 BC_2) احتوت على ما بين ١٩ - ٢٥ كروموسوماً ، مع استمرار احتفاظها بصفة المقاومة للترايزين . وقد تبع ذلك استخدام هذه النباتات - بنجاح - فى إجراء التهجين الرجعى الثالث .

٧ - الهجين النوعى Raphanus sativus x R. raphanistrum

يسهل التهجين بين الفجل المزروع R. sativus ، والفجل البرى R. raphanistrum ، علما بأن كليهما يحتوى على ٩ أزواج من الكروموسومات (عن Poole ١٩٣٧) . تتميز نباتات الجيل الأول لهذا الهجين النوعى بأن نباتاتها قوية النمو وجذورها متليفة ، كما تظهر صفة القرون (الخريدلات) المتخشبة - التى توجد فى النوع البرى - فى الجيل الأول كذلك ؛ نظراً لسيادتها على صفة القرون الورقية الملمس papery التى توجد فى النوع المزروع (عن Watts ١٩٨٠) .

٨-الهجن الجنسية بين الفجل Raphanus sativus والجنس Brassica

أمكن التهجين بسهولة بين الفجل R. sativus كأم ، والكرنب B. oleracea var. capit-

ata كأب ، وبمضاعفة عدد كروموسومات الجيل الأول الهجين .. أمكن الحصول على الهجين المتضاعف الذى احتوى على الهيئة الكروموسومية الكاملة لكل من الفجل والكرنب (٢ن = ٣٦ كروموسوماً) ، والذى أطلق عليه اسم Raphanobrassica (عن Poole ١٩٣٧) . ويأخذ هذا الهجين الاسم العادى Radicole .

كذلك أمكن التهجين بين الفجل كأم واللفت B. campestris كأب . وبمضاعفة عدد كروموسومات الجيل الأول الهجين .. أمكن الحصول على الهجين المتضاعف الذى احتوى على الهيئة الكرموسومية الكاملة لكل من الفجل واللفت (٢ ن = ٣٨ كروموسماً) ، والذى أطلق عليه اسم x Brassicoraphanus ، وأعطى الاسم العادى raparadish . كان هذا الهجين عقيماً تاماً ، ولم تظهر له أية أهمية زراعية (عن McNaughton ١٩٧٦) . ولكن Lange وآخرين (١٩٨٩) استمروا فى زراعة وإكثار وتقييم هذا الهجين إلى الجيل العاشر ، فى محاولة من جانبهم لاستئناسه كمحصول علف جديد .

وجدير بالذكر أن هذا الاسم العلمى الأخير - x Brassicoraphanus - يطلق على جميع الهجن الجنسية بين الجنسين Brasica ، و Raphanus .

هذا .. ولمزيد من التفاصيل عن الدراسات الأولى على الهجن النوعية والجنسية فى العائلة الصليبية - بوجه عام - يراجع Poole (١٩٣٧) .

أساسيات وطرق تداول الصليبيات لأغراض التربية

الإزهار والتلقيح

تحمل أزهار الكرنب فى نورات غير محدودة racemes طرفية طويلة (يتراوح طولها من متر إلى مترين) على الساق الرئيسية وفروعها . وتكون الأزهار معنقة ، وصفراء اللون ، منتظمة ، تحتوى على أربع سبلات ، وأربع بتلات على شكل صليب ، وست أسدية ؛ منها اثنتان قصيرتان ، وأربع طويلة . والمتاع علوى مكون من كربلتين ملتحمتين ، والمبيض مكون من حجرة واحدة يقسمها حاجز كاذب إلى قسمين ، وهو كاذب ؛ لأنه لا ينشأ نتيجة لالتحام حواف الكرابل . الوضع المشيمى جدارى ، وتمتد فترة إزهار نبات الكرنب لنحو شهرين .

وتتفتح متوك الكرنب طولياً ، ويكون ميسم الزهرة مستعداً لاستقبال حبوب اللقاح لمدة

تمتد من قبل تفتح الزهر بنحو خمسة أيام إلى مابعد تفتحها بأربعة أيام . وتنتثر حبوب اللقاح بعد ساعات قليلة من تفتح الزهرة ، علماً بأن التفتح يبدأ بعد الظهر ، ويستكمل فى صباح اليوم التالى .

والتلقيح - فى جميع الصليبيات - خلطى ؛ بسبب وجود ظاهرة عدم التوافق الذاتى Self Incompatibility ، ويتم بواسطة النحل ، والحشرات الأخرى التى تجمع حبوب اللقاح ، والرحيق الذى تفرزه غدتان توجدان بين قاعدتى السداتين القصيرتين والمبيض . ويتراوح المجال الحرارى المناسب للتلقيح وعقد الثمار من ١٣ - ٢١°م (عن Dickson & Wallace ١٩٨٦) .

ويتشابه تركيب زهرة القنبيط مع زهرة الكرنب . تُحمل الأزهار على شماريخ زهرية أقصر مما فى الكرنب ، وتأخذ النورة - وهى غير محدودة - شكل المظلة ؛ نظراً لعدم وجود محور رئيسى بها . ويبلغ طول النورة عادة من ٦٠ - ٧٠ سم . وينتج النبات الواحد من ٥٠٠٠ - ٨٠٠٠ زهرة على مدى ١٠-١٤ يوما ، وهى فترة تقل - كثيراً - عن مثيلتها فى الكرنب .

كذلك تتشابه أزهار ونورات اللفت والفجل مع أزهار ونورات الكرنب . ويكون لون أزهار اللفت أصفر زاهياً فى الأصناف ذات الجذور البيضاء ، ويكون أصفر برتقاليا فاتحا فى الأصناف ذات الجذور الصفراء . أما أزهار الفجل .. فهى بيضاء اللون .

الثمار والبذور

ثمرة الكرنب خردلة Silique ، ولكنها تسمى قرناً pod ، وهى طويلة ، ورفيعة ، وتبلغ نحو ١٠ سم طولاً ، و ٤ - ٥ مم سمكاً ، وتنتهى بطرف مدبب خال من البذور ، ويحتوى القرن على نحو ١٠ - ٣٠ بذرة . تتفتح الثمرة عند النضج . وتمتلىء بذرة الكرنب بالجنين - كما فى الصليبيات الأخرى - نظراً لأن الإندوسبرم - الذى يشكل معظم البذرة فى الأسبوعين الأول والثانى من بداية تكوينها - يمتص تدريجياً أثناء تكوين الفلقتين . البذرة صغيرة كروية ، ويبلغ قطرها نحو ١٫٥مم ناعمة ، ويكتمل تكوينها بعد ٥ - ٦ أسابيع من العقد .

ويتغير لون البذرة من البنى الفاتح عند الحصاد إلى البنى القاتم عند تخزينها لفترة طويلة . ويصعب تمييز بذور الكرنب من بذور عدد من الصليبيات الأخرى ؛ مثل : القنبيط ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والكيل ، و الكولارد ، والخردل ، والكرنب الصينى .

يتشابه القنبيط مع الكرنب فى شكل الثمرة ، ويصعب - كما أسلفنا - تمييز بذور القنبيط من بذور الكرنب ، إلا أن بذور اللفت تميز بسهولة عنهما بكونها أصغر حجماً ، وبلونها البنى الضارب إلى الحمرة .

أما ثمرة الفجل .. فهى ليست خردلة كبقية الصليبيات ، ولكنها قرن حقيقى true pod ، ويطلق عليها اسم خريدلة . يبلغ طولها من ٥ر٢ - ٥ر٧ سم ، ولها طرف مدبب ، ولايوجد بها تقسيم داخلى ، ولا تنشق عند النضج ، ويوجد بها من ٦ - ١٢ بذرة (عن Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

طرق إجراء التلقيحات

يلزم - عند إجراء التلقيحات - خصى أزهار نباتات الأمهات قبل تفتحها بيوم ، أو يومين ، ثم تنقل إلى مياسمها - بعد الخصى مباشرة - حبوب لقاح من أزهار متفتحة لنباتات الآباء ، مع ضرورة توفير الحماية من التلوث بحبوب لقاح غريبة لكل من الأزهار المستخدمة ؛ كمصدر لحبوب اللقاح من قبل تفتحها ، والأزهار الملقحة من بعد تلقيحها . وتلقح أزهار نباتات الأمهات عند تفتحها مباشرة - ودونما حاجة إلى إجراء عملية الخصى - إذا كانت تلك النباتات عقيمة (غير متوافقة) عقماً تاماً .

تداول حبوب اللقاح

تحتفظ حبوب لقاح الصليبيات بحيوتها - تحت الظروف الطبيعية - لمدة أربعة أيام ، ولكن أمكن تخزين حبوب لقاح الكرنب بحالة جيدة لمدة ٢٥ يوماً فى درجة حرارة ٤°م .

ودرس Chiang (١٩٧٤) تأثير ١٦ نوعاً من السكر - كمصدر للكربون - فى إنبات حبوب لقاح الكرنب ، ووجد أن خمسة منها فقط هى التى أدى توفر أى منها - فى بيئة النمو - إلى إنبات حبوب اللقاح ؛ وهى : السكروز ، والرافينوز raffinose ، والمالتوز maltose ، والمليزيتور melizitose ، والتريهالوز trehalose . وأدى استعمال الرافينوز إلى زيادة طول أنبوبة اللقاح . وقد استعمل الباحث حامض البوريك H_3BO_3 كمصدر للبورون؛

بتركيز ٥٠ جزءاً فى المليون من البورون ، وكلوريد الكالسيوم كمصدر للكالسيوم بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون من الكالسيوم فى البيئة الصناعية .

العقم الذكرى وإنتاج الهجن

تتوفر مختلف حالات العقم الذكرى فى الصليبيات ؛ فقد وجد العقم الذكرى الوراثى الذى يتحكم فيه جين واحد متنح فى الكرنب بروكسل ، والكرنب ، والقنبيط . وكانت بعض الحالات حساسة لدرجة الحرارة ؛ حيث ظهر تأثير جين العقم الذكرى كاملاً فى نظام حرارى ٢٤ / ١٧°م (نهار/ ليل) ، بينما كان النبات خصباً تماما فى درجة حرارة ١٠°م .

كذلك توجد حالة تحور الأسدية إلى بتلات petaloidy فى الكرنب (عن Ryder ١٩٧٩) .

كما اكتشف العقم الذكرى السيتوبلازمى فى الفجل . وبإحلال نواة الكرنب فى سيتوبلازم الفجل .. أمكن انتخاب نباتات عقيمة – سيتوبلازمياً – من كل من الكرنب ، ولفت الزيت B. napus . وقد أعقب ذلك إنتاج لفت عادى B. campestris عقيم الذكر – سيتوبلازمياً – بتلقيح اللفت مع الزيت العقيم الذكر ، ثم التلقيح رجعياً إلى اللفت .

ومن أهم عيوب العقم الذكرى السيتوبلازمى أنه يكون مصاحباً بتثبيط جزئى أو كلى ؛ لتكوين الغدد الرحيقية ؛ الأمر الذى يحد من استخدام الظاهرة فى إنتاج البذرة الهجين ؛ لأن التهجينات لا تتم إلا بواسطة الحشرات التى تزور الأزهار بهدف جمع الرحيق . إلا أنه أمكن استعادة تكوين الغدد الرحيقية فى نباتات B. campestris العقيمة الذكر ؛ بواسطة بضع دورات من الانتخاب لزيادة عدد وحجم تلك الغدد (Leung وآخرون ١٩٨٣) .

كذلك تمكن Pearson (١٩٧٢) من إدخال العقم الذكرى السيتوبلازمى فى الكرنب ؛ من خلال تلقيحات نوعية بين أنواع الجنس Brassica ؛ ففى البداية .. أجرى تلقيحاً بين المسترد الأسود B. nigra كأم ، والبروكولى B. oleracea كأب ، ثم عامل نباتات الجيل الأول بالكولشيسين لإنتاج النباتات المتضاعفة هيجنياً (٤ن) ، وتلا ذلك اختزال عدد الكروموسومات إلى الحالة الثنائية (٢ ن) مرة أخرى بالتلقيح الرجعى المستمر بحبوب لقاح البروكولى ؛ وبذا .. وضعت الهيئة الكروموسومية للبروكولى فى سيتوبلازم المسترد الأسود . واقترح إعطاء النوع الجديد الاسم broccolin .

وعندما لقحت الأجيال الأولى من هذا النوع مع الكرنب .. أمكن عزل طرازين من العقم الذكرى ، كان السيتوبلازم فى كليهما من B. nigra . وقد كان الطراز الأول من نوع الـ petaloidy الذى تتحول فيه الأسدية إلى بتلات ، وكانت أزهاره خالية من الرحيق . أما النوع الثانى .. فكانت متوكه أثرية ، وأزهاره رحيقية ، وهو طراز يمكن استعماله – بكفاءة – فى إنتاج البذرة الهجين ، وقد أعطى الرمز : Npsps .

ظاهرة عدم التوافق وإنتاج الهجن

أولاً : عوامل عدم التوافق المعروفة فى الصليبيات

بدأت محاولات حصر وجمع آليات S – المسئولة عن ظاهرة عدم التوافق فى الصليبيات – فى كمبردج Cambridge بإنجلترا سنة ١٩٦٨ ، ثم انتقلت تلك الجهود إلى محطة بحوث الخضر الوطنية . National Vegetable Res. Sta فى إنجلترا أيضا منذ عام ١٩٧١ . وقد تجمع لدينا – الآن– كثير من المعلومات عن آليلات S فى الكيل ، وكرنب بروكسل ، والبركولى ، يمكن الرجوع إلى تفاصيلها فى Ockendon (١٩٨٢) .

يعتبر نظام عدم التوافق فى الصليبيات من النوع الاسبوروفيتى Sporophytic ، وهو يتماثل فى مختلف الكرنبيات cole crops ؛ مثل : الكرنب ، والكيل ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، وكرنب أبو ركبة . وتأكد ذلك بفحص النسل الناتج من التهجينات بين كل من الكيل وكرنب بروكسل ، والكرنب والبروكولى والكرنب البرى ، وكرنب أبو ركبة والقنبيط . هذا .. إلا أن عدد آليلات عدم التوافق يختلف من محصول لآخر .وقد أمكن التعرف على ٧ آليلات فى البروكولى ، و٢٨ فى الكليل .

وفى دراسة أخرى .. ذكر أنه يوجد ٤١ آليلاً لعدم التوافق ؛ منها ١٣ فى الكيل وكرنب بروكسل ، و ١٩ آليلاً فى كرنب بروكسل ، ونحو ١٠ آليلات فى الكرنب . هذا .. بينما قدر العدد الإجمالى لآليلات S فى مختلف الكرنبيات بنحو ٥٠ آليلاً (عن Ryder ١٩٧٩ ، وDickson & Wallace ١٩٨٦) . ومن المحتمل أن يزيد العدد المعروف حاليا – كثيراً – على هذا الرقم ؛ ففى دراسة أجراها Ockendon (١٩٨٢) .. أمكن حصر ٣١ آليلاً فى ١٩٧ نباتا من الكرنب ؛ تمثل ١١ صنفا من مختلف الطرز . كذلك وجدت معظم هذه الآليلات

إما فى الكيل ، وإما فى الكرنب بروكسل ، إلا أن خمسة منها لم تكن معروفة من قبل ، ويبدو أنها توجد فى الكرنب فقط .

وفى دراسة أخرى مفصلة على خمسة أصناف من الكرنب .. وجد بها ١٢ آليلاً فقط ، وكان الآليل S_2 أكثرها شيوعاً ، وتلك حقيقة معروفة فى النوع B. oleracea بوجه عام . كذلك أوضحت الدراسة أن الآليلين S_5 ، و S_{15} الشديدى التنحى لم يكونا شائعين فى الكرنب بدرجة شيوعهما فى كرنب بروكسل ؛ الأمر الذى يفسر عدم التلقيحات بين نباتات الصنف الواحد فى الكرنب - عند إنتاج الهجن - على خلاف الحال فى كرنب بروكسل .

وجدير بالذكر أن بعض أصناف القنبيط - خاصة الصيفية منها - متوافقة ذاتياً ، بينما البعض الآخر - خاصة من الأصناف الخريفية والشتوية - غير متوافقة ذاتياً ، علماً بأن الأصناف المتوافقة ذاتياً لا تتدهور مع التربية الداخلية (Thompson ١٩٧٦) . وقد توصل Nieuwhof (١٩٧٤) - من دراسته على ٣٠ صنفاً من القنبيط - إلى أن حالة عدم التوافق كانت ضعيفة فى الأصناف المبكرة ، بينما كانت قوية فى الأصناف المتأخرة .

وتوجد ظاهرة عدم التوافق الأسبوروفيتى كذلك فى كل من اللفت والفجل ، ولكنها تختلف فى شدتها باختلاف الأصناف (Matsubara ١٩٨٠) .

وبصفة عامة .. فإن ظاهرة عدم التوافق تعد شائعة فى جميع الصليبيات ، ولكن عدداً من النباتات تكون متوافقة ذاتياً ، وتتوقف نسبة النباتات المتوافقة على النوع المحصولى ، والصنف .

هذا .. ويمكن الرجوع إلى التفاصيل الخاصة بنظام عدم التوافق الأسبوروفيتى الذى ينتشر فى الصليبيات فى حسن (١٩٩١) .

ثانياً : طرق التعرف على عوامل عدم التوافق

يمكن تقسيم الطرق المستخدمة فى التعرف على عوامل عدم التوافق إلى فئتين - حسب كون إجراء التلقيحات ضرورياً ، أم غير ضرورىٍ - كمايلى :

١ - طرق تعتمد على إجراء التلقيحات بين مختلف التراكيب الوراثية المعلومة والمجهولة :

تعتمد تلك الطرق على إجراء مئات - أو آلاف - التلقيحات بين عديد من التراكيب

الوراثية المعلومة والمجهولة ، ثم يستدل على طبيعة العلاقة بين العوامل التى توجد فى مختلف التراكيب الوراثية من نتيجة تلك التلقيحات : هل هى متوافقة ، أم نصف متوافقة ، أم غير متوافقة ؟ ويتم التعرف على نتيجة التلقيحات بإحدى الطرق الآتية :

أ - بالإنتظار لحين نضج القرون ، ثم حساب عدد البذور الناتجة من كل تلقيح ، وهى طريقة تتطلب وقتا طويلا يصل إلى شهرين .

ب - جمع الأزهار بعد يومين من التلقيح ، وعمل قطاعات فى مياسم وأقلام أمتعتها ، وهى طريقة تتطلب جهداً كبيراً .

جـ - جمع الأزهار بعد ٢٤ - ٤٨ ساعة من التلقيح كما فى الطريقة السابقة ، ثم فحص مدى توافق التلقيحات باستخدام ميكرسكوب تعتمد الرؤية فيه على الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Microscope ، وهى طريقة سهلة ، وتتلخص فى صبغ مياسم وأقلام الأزهار - بعد يوم ، أو يومين من التلقيح - بصبغة أزرق الأنيلين aniline blue ، بعد تطريتها فى محلول أيدروكسيد الصوديوم بتركيز ٦٠ ٪ ، ثم تهرس تحت غطاء شريحة زجاجية ، وتفحص - مباشرة - بواسطة الميكرسكوب المذكور آنفا ، مع استخدام أشعة فوق بنفسجية يتراوح طول موجاتها من ٣٥٠ - ٤٥٠ ملليمكروناً (Crehu ١٩٦٨) . وقد استخدم Hal & Verhoeven (١٩٦٨) تلك الطريقة فى دراسة حالة عدم التوافق فى ٦٠ سلالة من كرنب بروكسل ، وتمكنا - خلال موسم واحد - من التعرف على العلاقة ودرجات السيادة بين ١٥ أليلا من أليلات عدم التوافق .

٢ - الطريقة السيرولوجية Serelogical Method :

لا تعتمد هذه الطريقة على إجراء تلقيحات بين التراكيب الوراثية التى يراد دراستها كما فى الطرق السابقة ، وإنما على نتائج الاختبارات السيرولوجية للتراكيب الوراثية المعلومة والمجهولة . فقد تبين من دراسات سيرولوجية - أجريت على سلالات كرنب عديمة التوافق ذاتياً وذات تركيب وراثى $S_1 S_1$ ، أو $S_2 S_2$ - أن مياسم أزهارها تحتوى على أنتيجينات antigens مختلفة ، بينما لم يمكن تمييز تلك الأنتيجينات ، أو الكشف عنها فى حبوب اللقاح ، أو فى الأجزاء الأخرى من النبات . كذلك وجد أن مياسم النباتات الخليطة $S_1 S_2$ ، أو $S_1 S_3$ ، و $S_2 S_3$ تحتوى على الأنتيجينات الأبوية ، علماً بأن كل هجين منها لم يكن متوافقاً مع أى من أبويه . وقد أمكن تحضير أجسام مضادة لتلك الأنتيجينات ؛ بحقن

مستخلص المياسم فى الأرانب ؛ ثم الحصول على الأمصال المضادة antisera المحتوية على الأجسام المضادة من دم الأرانب المحقونة . وأمكن بعد ذلك - باستخدام أمصال مضادة للتراكيب الوراثية الخليطة - التمييز بين التراكيب الوراثية الأصيلة والهجن بينها (Nasrallah ١٩٦٨) . وقد شرح حسن (١٩٩١) تفاصيل هذه الطريقة وكيفية استخدامها فى التعرف على عوامل عدم التوافق .

وقد اعترض البعض على هذه الطريقة ؛ فذكر Sedgley (١٩٧٤) أنها ليست سهلة ، أو سريعة ؛ إذ لم يتمكن من إنتاج أمصال إلا لأليلين فقط - هما S_{16} ، و S_{23} - من بين ٧ أليلات تضمنتها دراسته ؛ علما بأن هذين الأليلين كانا على درجة عالية من السيادة ، وأن الأجسام المضادة التى حصل عليها كانت بتركيزات منخفضة .

ثالثاً : طرق إكثار النباتات غير المتوافقة ذاتياً

يتعين - عند الاستفادة من ظاهرة عدم التوافق فى إنتاج الهجن التجارية - المحافظة على عوامل عدم التوافق التى توجد فى الآباء بصورة نقية ؛ وهو ما يعنى استحالة إكثار هذه الآباء بصورة طبيعية ؛ ليتسنى استمرار استخدامها فى إنتاج الهجن . وقد توصل مربو النبات إلى عدة طرق للتغلب على هذه المشكلة ، نوجزها فيما يلى :

١ - التلقيح البرعمى Bud Pollination :

يستفاد من التلقيح البرعمى فى التغلب على مشكلة إكثار سلالات آباء الهجن غير المتوافقة ذاتياً ؛ لأن المواد التى تمنع إنبات حبوب اللقاح على مياسم الأزهار لا تكون - على ما يبدو - قد تكونت بعد فى تلك المرحلة المبكرة من نمو البرعم الزهرى . يجرى تلقيح البراعم قبل تفتحها بنحو ٣ - ٤ أيام ؛ بوضع نهاية ملقط التلقيح بين سبلتين ، ثم يسمح له بالانفراج ؛ فتتفرق السبلات ، ويظهر الميسم ، الذى يتم تلقيحه - حينئذ - بحبوب لقاح من زهرة أخرى حديثة التفتح ، تكون قد سبقت حمايتها - قبل تفتحها - من احتمال تلوثها بحبوب لقاح غريبة ، بتكييس نورة النبات أو جزء منها . وتجرى عملية التلقيح بنقل اللقاح بفرشاة ، أو على ظفر الإبهام ، أو باستعمال الأزهار المتفتحة مباشرة .

تكرر عملية التلقيح البرعمى على عدة براعم أخرى غير متفتحة بنفس النبات ، ثم تكيس

بنفس الطريقة لمنع وصول الحشرات إليها . وبطبيعة الحال .. لاتكون هناك ضرورة لعملية التكييس إذا أجريت عملية التلقيح البرعمى فى بيت محمى خالٍ من الحشرات الملقحة .

٢ - إجراء التلقيح الذاتى فى الفترة المناسبة من موسم الأزهار :

أوضحت دراسات Johanson (١٩٧١) - التى فحص فيها مياسم وأقلام أزهار الكرنب بروكسل بميكروسكوب الأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Microscope بعد ٢٤ ساعة من التلقيح - أن حالة عدم التوافق الذاتى كانت أقوى مايمكن فى كل المراحل الوسطية والمتأخرة من فترة الإزهار . كذلك وجد - فى بعض السلالات - أن حالة عدم التوافق تضعف فى درجات الحرارة المرتفعة .

٣ - الاستفادة من ظاهرة التوافق الكاذب :

تحدث ظاهرة التوافق الكاذب pseudo compatibility عندما تحمل النباتات آليلات ضعيفة لعدم التوافق - خاصة الآليلات المتنحية - التى يؤدى وجودها إلى حدوث عقد جزئى للبذور ، يمكن الاستفادة منه فى إكثار مثل هذه السلالات (عن Ryder ١٩٧٩) .

٤ - إجراء التلقيح بفرشاة من الصلب :

تمكن Roggen & Van DijK (١٩٧٢) من التغلب على حالة عدم التوافق فى كرنب بروكسل بتجريح الميسم أثناء التلقيح ، بالاستعانة فى عملية التلقيح بفرشاة من الصلب ، يبلغ قطر شعيراتها ١ر٠ مم ، وطولها ٤ مم ؛ وتمكنا بذلك من إنتاج ١ر١ - ٦ر٢ بذرة من كل تلقيح ، مقارنة بنحو ١ - ٣ بذرات تنتج من كل تلقيح برعمى . وفى المقابل .. تتميز هذه الطريقة على طريقة التلقيح البرعمى بأنه يمكن - عند اتباعها - تلقيح النبات ، وبذا .. تزيد كمية البذور التى يمكن الحصول عليها من النبات الواحد .

٥ - زيادة الرطوبة النسبية :

تمكن Carter & McNeilly (١٩٧٦) من الحصول على عقد جيد فى سلالات كرنب بروكسل - على درجة عالية من عدم التوافق الذاتى - بزيادة الرطوبة النسبية فى الجو المحيط بالنباتات بعد تلقيح الأزهار المتفتحة .

وتعد هذه الطريقة أسرع من طريقة التلقيح البرعمى ؛ إذ إنها أعطت ٤٦ بذرة فى دقيقة عمل ؛ مقارنة بـ ٢٧ بذرة / دقيقة فى حالة التلقيح البرعمى .

٦ – رفع درجة حرارة المياسم :

عندما عرضت ٦ سلالات كرنب بروكسل – أصيلة فى أليلات مختلفة لعدم التوافق – لدرجات حرارة ثابتة مقدارها ١٤ ، أو ١٧ ، أو ٢٠°م ، أو لدرجات حرارة متغيرة مقدارها ١٧ ، أو ٢٠ ، أو ٢٣ ، أو ٢٦°م نهاراً مع ١٤°م ليلاً .. وجد أن أكثر حالات التلقيح الذاتى حدثت فى السلالات الحاملة لأضعف أليلات عدم التوافق عند ارتفاع درجة الحرارة نهاراً ، بينما لم تتأثر أليلات عدم التوافق القوية بأى من المعاملات الحرارية (عن Ryder ١٩٧٩) .

كذلك تمكن Roggen & Van Dijk (١٩٧٦) من التغلب على حالة عدم التوافق الذاتى – فى بعض سلالات الكرنب ، والكرنب بروكسل – بمعاملة الأزهار المتفتحة بمكواة كهربائية دقيقة تتراوح حرارتها – عند تشغيلها – من ٧٠ – ٨٠ °م وقد أعطت هذه الطريقة كمية أكبر من البذور ؛ مقارنة بطريقة التلقيح البرعمى .

كما وجد Matsubara (١٩٨٠) أن تعريض نباتات الفجل لدرجة حرارة مقدارها ٥٠°م – لمدة ٢٥ دقيقة – أدى إلى إنبات حبوب اللقاح بصورة طبيعية . ويعتقد أن هذه المعاملة أحدثت دنترة denaturation للبروتينات المسئولة عن حالة عدم التوافق فى مياسم الأزهار .

٧ – رفع درجة حرارة حبوب اللقاح :

أدى رفع درجة حرارة لقاح الفجل – قبل استخدامها فى التلقيح – إلى ٦٠°م لمدة ١٥ ، أو ٣٠ دقيقة إلى زيادة نسبة الثمار العاقدة ، وزيادة عدد البذور بالثمرة (Matsubara ١٩٨٤) .

٨ – زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون :

تمكن NaKanishi & Hinata (١٩٧٥) من زيادة نسبة البذور العاقدة بالتلقيح الذاتى فى سلالات الكرنب غير المتوافقة ذاتياً ؛ بزيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون حول الأزهار ، بعد إجراء عملية التلقيح . ففى إحدى سلالات الكرنب التى لايعقد بها – فى

الظروف الطبيعية - أكثر من ٢ ر٠ بذرة / زهرة .. أمكن دفعها إلى إنتاج ١٠ بذور/ زهرة ؛ بزيادة تركيز الغاز إلى ٦ر٣ ٪ - ٩ر٥ ٪ لمدة خمس ساعات بعد التلقيح .

وفى سلالة أخرى على درجة أقل من عدم التوافق الذاتى .. كانت زيادة تركيز الغاز إلى ٤ر١ ٪ فقط - ولمدة أربع ساعات فقط - كافية لزيادة عقد البذور بها . وجدير بالذكر أن معاملة زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون أحدثت زيادة مماثلة فى عقد البذور فى حالة التلقيح البرعمى كذلك .

وقد نجح Taylor (١٩٨٢) فى تطبيق هذه الطريقة على نطاق واسع فى كل من : الكيل ، والكرنب بروكسل ؛ حيث قام برفع تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ٨ - ١٠ ٪ لمدة ٤ ساعات بعد التلقيح ، ولكنه ذكر أن ذلك التركيز كان مرتفعاً ، وأنه كان ممكنا تخفيضه إلى النصف دون أن تتأثر النتائج ، كما اقترح الاعتماد على الحشرات فى إجراء التلقيحات الذاتية .

٩ - معاملة مياسم الأزهار بمحلول كلوريد الصوديوم :

وجد Tao & Yang عام ١٩٨٦ أن رش أزهار - الكرنب الصينى بمحلول ٣ ٪ كلوريد صوديوم - بعد نصف ساعة إلى ساعة من تلقيحها ذاتياً - أدى إلى التخلص من حالة عدم التوافق . وأوضح Monteiro وآخرون (١٩٨٨) أن أفضل معاملة هى استعمال كلوريد الصوديوم بتركيز ٥ر١ ٪ قبل التلقيح بنحو ١٠ - ١٥ دقيقة ، مع إضافته إما بالاستعانة بماصة صغيرة ، وإما بواسطة قطعة قطن مبللة بالمحلول . أدت المعاملة إلى زيادة تثبيت حبوب اللقاح وإنباتها على المياسم ، مع تقليل تكوين الكالوز Callose بها ؛ وبذا .. ارتفع عقد البذور إلى ٢ر٧ - ٢ر٨ بذرة / ثمرة .

١٠ - معاملة المياسم بمنظمات النمو والأحماض الأمينية والفيتامينات :

أفادت معاملة مياسم أزهار الفجل ببعض منظمات النمو (مثل نفثالين حامض الخليك) ، وبعض الأحماض الأمينية (مثل حامضى الجلوتاميك والجليسين) ، وبعض الفيتامينات (مثل حامضى الفوليك والنيكوتينك) فى زيادة نسبة عقد الثمار ، وعدد البذور/ ثمرة ، لكن النتائج اختلفت باختلاف الأصناف (Matsubara ١٩٨٤) .

١١ – توليد جهد كهربائى بين أجزاء الزهرة :

تمكن Roggen وآخرون (١٩٧٢) من كسر حالة عدم التوافق الذاتى فى كرنب بروكسل ؛ بتوليد جهد كهربائى قدره ١٠٠ فولت بين حبوب اللقاح والمياسم أثناء عملية التلقيح . وتتلخص هذه الطريقة فى توصيل نهاية سلك نحاسى مغطى ، يبلغ قطره ٥ر٠ مم بالقطب السالب لبطارية ، بينما تدفع النهاية الأخرى للسلك فى الحامل النورى بالقرب من الأزهار التى يرغب فى تلقيحها ، ويوصل سلك نحاسى مماثل بالقطب الموجب ، ويثبت طرفه الآخر فى ملقط تلقيح . وعند إجراء التلقيح .. تحرك قمة الملقط على متك ناضج ، إلى أن تعلق بها كمية كافية من حبوب اللقاح ، ثم تحرك قمة الملقط على مياسم الأزهار التى يراد تلقيحها ، مع الضغط على مفتاح تشغيل الجهاز بالقدم لمدة ١ – ٢ ثانية أثناء عملية التلقيح .

وقد أمكن – باتباع هذه الطريقة – زيادة عدد البنور العاقدة إلى الضعف فى إحدى سلالات الكرنب الضعيفة فى حالة عدم التوافق ، وإلى ٣٠ ضعفاً فى سلالة أخرى قوية فى حالة عدم التوافق ، بينما لم تكن للمعاملة أية تأثيرات أخرى جانبية . وتتميز هذه الطريقة بإمكان تلقيح كل الأزهار المتفتحة .

وقد قارن Roggen & Van Dijk (١٩٧٣) الطريقة الكهربائية مع طريقة التلقيح البرعمى فى كل من الكرنب وكرنب بروكسل ، ووجدا أن طريقة التلقيح البرعمى تعطى عددا أكبر من البنور / زهرة ، إلا أن عدد الأزهار العاقدة كان أقل فى حالة التلقيح البرعمى ؛ مما أدى إلى تساوى عدد البنور الكلية المتحصل عليها من عدد متساو من التلقيحات .

التربية الداخلية

تعتبر التربية الداخلية أمراً ضرورياً لإنتاج السلالات المرباة داخلياً inbred lines التى تستخدم فى إنتاج الهجن . ويستفاد من الطرق التى سبق شرحها – للتغلب على ظاهرة عدم التوافق الذاتى – عند إنتاج هذه السلالات . وتكون حالة عدم التوافق الذاتى أقوى ما يمكن فى الطرز البدائية من الصليبيات مثل الكيل ، بينما تكون أضعف ما يمكن – وتسمح بحدوث نسبة من التلقيح الذاتى الطبيعى – فى الطرز المتقدمة التى تدخّل الإنسان لانتخابها مثل القنبيط ؛ وعليه .. يتفاوت تأثير التربية الداخلية باختلاف المحصول ؛ ففى الكيل .. يحدث

نقص كبير فى قوة النمو بعد جيل واحد من التلقيح الذاتى ، بينما يكون تأثر القنبيط قليلاً بالتربية الداخلية ، خاصة فى الأصناف المتوافقة ذاتياً . ويعد النقص فى الخصوبة أكثر مظاهر النقص فى قوة النمو الذى يكون ملازماً للتربية الداخلية فى الصليبيات . ويبين جدول (٩-١) مدى تأثر مختلف المحاصيل الكرنبية Cole Crops بجيل واحد من التربية الداخلية (عن Watts ١٩٨٠)

جدول (٩-١) : تأثير جيل واحد من التربية الداخلية (التلقيح الذاتى) على مختلف المحاصيل الصليبية التى تتبع B. oleraca .

المحصول	عقد البذور الطبيعى (٪)	عقد البذور بعد جيل واحد من التلقيح الذاتى (٪ من العقد الطبيعى)	النقص فى قوة النمو (٪) بعد جيل واحد ن التلقيح الذاتى
الكيل العملاق	٣٤ - ٤٠	١١	٤٥
الكيل المجعد	٢٥ - ٢٧	٢٠	٣٠
كرنب أبو ركبة	٢٤ - ٢٦	١٢ - ١٨	١٧
كونب بروكسل	١٨ - ٢٤	١١ - ٤١	٢١
البروكولى	٢١ - ٢٨	٩ - ١٠	٢٦
الكرنب	٢٤ - ٣١	٣ - ٢٢	١٠
قنبيط الشتاء	٢٠ - ٣٠	٥ - ٣٩	٢٩
قنبيط الخريف	٢٢ - ٣٤	١٢ - ٤٣	٢٤
قنبيط الصيف	٢٢ - ٣٢	١٩ - ٣٨	صفر

إنتاج الهجن التجارية

يعتمد إنتاج بذور الأصناف الهجين فى الصليبيات على ظاهرة عدم التوافق الذاتى . . وتستخدم لذلك سلالات مرباة تربية داخلية لمدة خمسة أجيال (أى يستخدم جيل التلقيح الذاتى الخامس S_5 الذى يكثر - بعد ذلك - بالتلقيح الأخوى sib pollination) . تزرع بذور سلالتى الآباء مخلوطتين معاً - إن كانتا متساويتين فى القدرة على إنتاج البذرة الهجين - أما إن كانت إحداهما أكثر إنتاجاً للبذور من الأخرى .. فإنها تزرع فى خطوط بالتبادل مع السلالة الأخرى بنسبة ٣ - ٤ : ١ على التوالى ، مع حصاد البذرة

الهجين من كليهما .

ومن أهم مشاكل إنتاج البذرة الهجين فى الصليبيات ما يلى :

١ - يكثر الاعتماد على السلالات التى تكون حالة عدم التوافق فيها ضعيفة ليسهل إكثارها ، ويزيد ذلك من فرصة حدوث تلقيح ذاتى لهذه السلالات فى حقول إنتاج البذرة الهجين .

٢ - تكون السلالات المرباة داخلياً ضعيفة النمو إلى درجة كبيرة ، وتكون قدرتها على إنتاج حبوب اللقاح والبويضات منخفضة بشكل واضح ؛ يؤدى ذلك إلى نقص إنتاج البذرة الهجين .

٣ - غالبا ما تفضل الحشرات الملقحة - خاصة النحل - إحدى السلالات على الأخرى ، وتستمر فى زيارة أزهارها دون الانتقال إلى السلالة الثانية . ويؤدى ترتيب خطوط سلالتى الآباء - طولياً ، أو عرضياً ، أو بالتبادل - إلى زيادة فرصة بقاء النحل على السلالات التى يفضلها ؛ لدرجة أن البذرة الهجين تنتج - فى حالات كهذه - من التلقيحات التى تحدث بمحض الصدفة . وللتغلب على هذه المشكلة .. يفضل - دائماً - خلط بذور السلالتين معاً ، وزراعتها عشوائياً تماماً .

ومن عادة النحل - أيضاً - البقاء على النبات الواحد لفترة طويلة قبل الانتقال إلى نبات جديد ؛ وهو ما يعنى أن الأزهار التى يبدأ بزيارتها هى التى تتعرض للتلقيح الخلطى ، بينما تقل الفرصة بالنسبة لبقية أزهار النبات قبل انتقال الحشرة إلى نبات جديد ؛ ذلك لأن حبوب اللقاح التى تكون محمولة على جسم الحشرة عند انتقالها إلى نبات جديد هى التى تفيد فى التلقيح الخلطى ، وهى تفقد بعد زيارة عدد قليل من الأزهار .

٤ - تزداد فرصة حدوث التلقيح الذاتى عندما لا تتوافق سلالتا الآباء فى موعد الإزهار، وتكون النباتات الناتجة من هذه البذور ضعيفة النمو ، وصغيرة الحجم ؛ لأنها تمثل سلالات الآباء المرباة داخلياً .

ولأجل ذلك .. يجب اختبار عينة من البذرة " الهجين " ؛ لمعرفة نسبة البذور التى تكون ناتجة من التلقيح الذاتى ، وتستبعد - عادة - لوطات بذور الهجن التى تزيد فيها نسبة البذور الناتجة من التلقيح الذاتى على ٥ ٪ . (عن Watts ١٩٨٠) .

هذا .. وتكثر الأصناف التجارية الهجين من الكرنب ، والقنبيط ، وكرنب بروكسل ،

والبروكولى ، والكرنب الصينى . وبرغم إمكانية إنتاج الهجين فى محاصيل كاللفت ... إلا أن زراعتها لم تنتشر تجارياً ؛ إذ إن معظم الأصناف التجارية الناجحة منها - حالياً - هى أصناف تركيبية (McNaughton ١٩٧٦) .

وللتفاصيل الخاصة بتاريخ إنتاج الهجن فى الصليبيات .. يراجع Wallace & Nasrallah (١٩٦٨) ، وتلك الخاصة بكيفية الاستفادة من ظاهرة عدم التوافق الاسبوروفيتى فى إنتاج بذور الهجن .. يراجع حسن (١٩٩١) .

وقد بدأت - منذ سنوات قليلة - محاولات للاستفادة من ظاهرة العقم الذكرى فى إنتاج هجن الصليبيات - خاصة الكرنب - وهو اتجاه آخذ فى الازدياد ؛ نظراً لصعوبة التعامل مع نظام عدم التوافق الاسبوروفيتى الموجود فى الصليبيات ، ولأن اختلاط البذرة الهجين ببذور ناتجة من التلقيح الذاتى يعد أمراً مستحيلاً فى حالة الاعتماد على العقم الذكرى فى إنتاج الهجن . ومع إنتاج السلالات العقيمة الذكر .. فإنه يكون من المرغوب فيه الانتخاب - كذلك - لصفة التوافق الذاتى .

التضاعف

يفيد إحداث التضاعف للتغلب على مشكلة العقم فى بعض الهجن النوعية كما سبق بيانه . ولكن التضاعف لا يكون - دائما - مفيداً بالنسبة لمختلف المحاصيل الصليبية ؛ فمثلاً .. كانت نباتات الكرنب المتضاعفة (٤ن) أصغر حجما من الصنف الأصلى ، واختلفت عنه فى الشكل . وقد تميزت هذه النباتات - كالنباتات المتضاعفة عامة - بانخفاض عدد الثغور فى وحدة المساحة من الورقة ، وكبر حجم الخلايا الحارسة بها (Prihod'ko ١٩٧٠) .

وفى المقابل .. أمكن (كلية الزراعة - جامعة القاهرة) إنتاج فجل بلدى متضاعف ذى جذور عملاقة ، يتراوح وزن الجذر الواحد منها من ١٫٠ - ٢٫٠ كجم ، مع احتفاظه بالصفات الأكلية المرغوبة فى الفجل البلدى سواء بالنسبة للجذور ، أم الأوراق (عبد العظيم على عبد الحافظ - اتصال شخصى) .

الإكثار الخضرى

يستفيد المربى من الإكثار الخضرى للمحاصيل الجنسية التكاثر فى المحافظة على التراكيب الوراثية المرغوبة ، وإكثارها ، وتعريضها لعدة اختبارات فى آن واحد . وتزداد أهمية الإكثار الخضرى فى محصول كالقنبيط ، الذى تؤدى محاولة نقل النباتات المنتخبة منه إلى البيوت المحمية – لتوفير المناخ المناسب لها – إلى موتها حتما .

وأفضل طريقة لإكثار – القنبيط – خضرياً – تكون بقطع رأس النبات (القرص) المنتخب فى الحقل ، مع ترك النبات فى مكانه لمدة أسبوعين – على الأقل – لتشجيع تكوين طبقة الكالوس على السطح المقطوع . وبعد ذلك .. يقلع النبات بجذوره بعناية ، ويزرع فى صندوق ، أو " بنش " يحتوى على رمل خشن ؛ بحيث يظهر نصف جذور النبات ، بينما يكون نصفها الآخر مدفوناً فى الرمل . يقلل الرى إلى الحد الأدنى ، ويحافظ على درجة حرارة معتدلة . وبهذه الطريقة .. تظهر الجذور العرضية من قاعدة الساق فى خلال أسبوعين ، ويلى ذلك – مباشرة – نمو براعم خضرية من أى جزء من الساق فوق سطح الرمل أو تحته . ويكون ظهور النموات الخضرية عشوائياً من أى مكان على الساق ، نظراً لخلو نبات القنبيط من البراعم الجانبية ؛ بسبب الانتخاب الدائم – الذى مارسه المزارعون والمربون – للنباتات الوحيدة القرص . تفصل – بعد ذلك – هذه النموات الخضرية ، وتكثر بالطرق العادية (عن Watts ١٩٨٠) .

ويذكر Dodds & Sencan (١٩٧٠) أنه أمكن إكثار القنبيط – خضرياً – بتقطيع ساق النبات إلى أجزاء ، يحتوى كل منها على عنق ورقة ، ثم غمسها فى محلول مكون من ١٠٠ مل ماء مقطر ، و١٠٠ مل كحولاً (إيثانول) ٩٥ ٪ ، و ٤٠٠ مجم إندول حامض البيوتريك ، ثم زراعتها – بعد ذلك – فى أصص .

التربية لتحسين صفات الجودة

التربية لتحسين اللون

وجد Dickson & Lee (١٩٨٠) أن سلالة القنبيط المصرية المنشأ P.I. 183214 ذات قرص أبيض زاه ، يستمر محتفظاً بلونه بعد تعرضه للشمس . وكانت تلك

الأقراص صغيرة الحجم ، وغير محببة ، وخالية من الأوراق الصغيرة التى تظهر بالقرص أحياناً . وتبين أن صفة لون القرص الأبيض الزاهى يتحكم فيها ٢ - ٣ أزواج من العوامل الوراثية ، وقدرت درجة توريثها - على النطاق الضيق - بنحو ٣٣ر٠ - ٣٨ر٠ .

وفى اللفت .. يعتبر لون الجذر الداخلى الأبيض صفة بسيطة وسائدة على اللون الداخلى الأصفر .

أما فى الفجل .. فإن لون الجذور الأحمر صفة بسيطة وسائدة على اللون الأبيض ، بينما يعتبر اللون الأرجوانى صفة بسيطة وسائدة على اللون الأحمر (عن Watts ١٩٨٠) .

ويورث اللون الأحمر فى الكرنب كصفة كمية يتحكم فيها عدة جينات ، وتكون نباتات الجيل الأول للتلقيح بين السلالات الخضراء والحمراء وردية اللون . يعطى الجين M لونا أحمر ضارباً إلى الأرجوانى ، ومع وجود جين آخر (S) .. يكون لون السطح العلوى للأوراق أرجوانياً .

التربية لتحسين الشكل

تعتبر الرأس المستدقة فى الكرنب صفة سائدة على الرأس الكروية ، كما تسود صفة الأوراق المجعدة على الأوراق الملساء ، ويتحكم فيها ثلاثة جينات على الأقل ، بينما تورث صفة عدم تكوين الرؤوس non - heading كصفة سائدة على صفة تكوين الرؤوس heading ، وتكون نباتات الجيل الأول وسطاً بينهما ، ويتحكم فى ذلك جينان أعطيا الرمزين n1 ، و n2 . كذلك تسود صفة الرأس المندمجة للأصناف الملساء الأوراق على صفة الرأس المفككة للأصناف المجعدة الأوراق .

ومن صفات الجودة الهامة المؤثرة فى شكل الرأس فى الكرنب صفة طول الساق الداخلية ؛ حيث إن زيادتها تؤدى إلى ظهور حالة التورد rosetting ، وهى صفة غير مرغوبة ؛ لأنها تجعل الرأس غير مندمجة ، ويمكن التعرف عليها بسهولة بجس الرأس باليد؛ حيث تكون قليلة الصلابة ، خاصة عندما تقترب الساق الداخلية من قمة الرأس . وقد وجد Dickson & Carruth (١٩٦٧) أن صفة طول الساق الداخلية بالكرنب - كنسبة مئوية من عمق الرأس - يتحكم فى وراثتها زوجان من العوامل الوراثية ذوا سيادة جزئية لصفة

الساق القصيرة ، وقدرت درجة توريثها بنحو ٧٠ر٠ هذا .. وتبين أن صفة الساق الداخلية القصيرة ترتبط بشكل الرأس الكروية بينما ترتبط الساق الطويلة بصفة شكل الرأس المنضغطة .

ومن بين الصفات الأخرى المؤثرة فى مظهر الرأس فى الكرنب .. تسود صفة العدد القليل من الأوراق المغلفة الخارجية للرأس على صفة العدد الكبير من تلك الأوراق ، بينما يعتبر حجم الرأس صفة كمية تتأثر - إيجابياً - بطول الفترة الضوئية ، ويتحكم جين واحد سائد (يأخذ الرمز T) - مع جينات أخرى محورة - فى صفة الساق الطويلة ، وهى صفة غير مرغوبة ؛ لأنها تسمح بميل الرأس نحو الأرض تحت ثقلها ، وتسود صفة القلب الداخلى العريض - وهى صفة غير مرغوبة - على القلب الرفيع (عن Dickson &Wallace ١٩٨٦) .

التربية لتحسين القيمة الغذائية

أنتج صنف الكرنب Huguenot الغنى بفيتامين جـ ، ولكن زراعته لم تنتشر لمجرد كونه غنياً بالفيتامين (عن Munger ١٩٧٩) .

وظهرت طفرة ذات قرص برتقالى اللون فى صنف القنبيط Snowball . ووجد أن صفة اللون البرتقالى يتحكم فيها جين واحد سائد أعطى الرمز Or ، ولكن اختلفت شدة اللون البرتقالى بين التركيب الوراثى السائد الأصيل Or Or ، والخليط Or or ؛ بسبب وجود جينات محورة ؛ حيث كانت أقراص النباتات الأصيلة ذات لون برتقالى أكثر دكنة من النباتات الخليطة .

وقد تميزت الأقراص البرتقالية اللون بارتفاع محتواها من البيتاكاروتين ، بينما كانت الأقراص البيضاء خالية تقريباً منه . وفى محاولة لإنتاج هجن ذات محتوى مرتفع من فيتامين أ .. قام Dickson وآخرون (١٩٨٨) بإنتاج ثلاث سلالات أصيلة سائدة فى صفة اللون البرتقالى ؛ هى : NY 156 ، و NY 163 ، و NY 165 ؛ لاستخدامها كآباء لبعض الهجن التى كان محتواها من الكاروتين كمايلى :

الهجين	التركيب الوراثى	محتوى الهجن (ميكروجرام / ١٠٠ جم) من الألفا كاروتين	البيتا كاروتين
Stove Pipe x NY 163	Or or	٥ر٥	٣٢٠
7632 x NY 165	Or or	٥ر١	٦١
7632 x 78 - 882	or or	-	٠ر٣

التربية لتحسين نسبة المادة الجافة والقدرة التخزينية

تورث نسبة المادة الجافة فى الكرنب كصفة كمية ، مع سيادة النسبة العالية للمادة الجافة ، التى توجد - عادة - فى أصناف الشتاء المتأخرة التى تصلح أكثر من غيرها للتخزين ، بينما توجد نسبة المادة الجافة المنخفضة فى الأصناف المبكرة . وتصل المادة الجافة إلى أعلى مستوى لها عند نضج الرؤوس ؛ لذا .. فإن بقاء نسبة المادة الجافة ثابتة لقراءتين متتاليتين يفصل بينهما أسبوعان .. يعنى أن الحقل أصبح جاهزاً للحصاد . ويمكن اتخاذ الكثافة النوعية - - أيضاً - دليلاً على النضج ؛ حيث يكون الحقل جاهزاً للحصاد حينما تقترب نسبة وزن الرأس فى الهواء إلى وزن الماء المزاح (عند وضع الرأس فى الماء) من الواحد الصحيح .

تقدر المادة الجافة فى عينة من نسيج الرأس (نحو ٢٠٠ جم) ، لاتتضمن أجزاء من الرأس الداخلية . ويوجد ارتباط (r = ٧٨ر٠) بين المادة الجافة والمادة الصلبة ، ولكن يصعب تقدير نسبة المادة الصلبة الذائبة فى الكرنب باستخدام الرفراكتومتر اليدوى .

وتعد الأصناف المتأخرة البطيئة النمو أكثر الأصناف صلاحية للتخزين . تكون رؤوس هذه الأصناف - غالباً - صلبة ، وعروق أوراقها سميكة ، وأوراقها صلبة ومتليفة ، وذات صفات أكلية رديئة ؛ مقارنة بغيرها من الأصناف المبكرة ، أو المتوسطة فى موعد النضج .

هـذا .. وتـكون نسبة المـادة الجافة أعلى ما يمكن فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة (المكرمشة) Savoy Type (Dickson & Wallace ١٩٨٦) .

١ - المقاومة لاحتراق حواف الأوراق فى الكرنب

درس Dickson (١٩٧٧) وراثة المقاومة لاحتراق حواف الأوراق فى ثلاثة عشائر من الكرنب ذات أصول وراثية متشابهة تقريباً near isogenic ، ووجد أنه يتحكم فى هذه الصفة من ٢ - ٣ أزواج من العوامل الوراثية السائدة ، وأن درجة توريثها تقدر بنحو ٦٤ر٠ - ٧٧ ر٠ على النطاق العريض ، وبنحو ١٤ر٠ - ٤٩ر٠ على النطاق الضيق . ولتحفيز ظهور العيب الفسيولوجى عند التقييم للمقاومة .. قام الباحث بإجراء الاختبارات تحت ظروف ارتفاع كل من : مستوى التسميد الآزوتى ، والرطوبة الأرضية والرطوبة النسبية المرتفعتين لزيادة حاجة النبات إلى عنصر الكالسيوم (بزيادة معدلات النمو) ، مع إبطاء وصوله إلى قمة الأوراق السريعة التكوين (بزيادة الرطوبة النسبية ؛ لأن الكالسيوم ينتقل مع ماء النتح) .

٢ - مقاومة العيوب الفسيولوجية بالقنبيط

يعتبر القرص غير المحبب non - ricey صفة سائدة ترتبط بصفة لون القرص الناصع البياض ، وهى صفة لا تتأثر - كثيراً - بالعوامل البيئية .

وترتبط صفة الخلو من الأوراق بلون القرص الناصع البياض كذلك ، إلا أنها تتأثر بالعوامل البيئية (Dickson & Lee ١٩٨٠) .

٣ - المقاومة للإزهار المبكر

درست وراثة صفة الإزهار الحولى annual flowering فى الجيلين الأول والثانى لتلقيحات بين سلالات مبكرة أو متأخرة النضج - مرباة داخليا - من البروكولى ، وبين الكرنب ، وكرنب أبو ركبة ، و الكولارد ، والكيل ، وكرنب بروكسل . كانت نباتات الجيل الأول حولية غالبا ، أما فى الجيل الثانى .. فقد احتوت العشائر الناتجة من سلالات البروكولى المتأخرة على نباتات ثنائية الحول بنسبة فاقت ما ظهر منها فى العشائر الناتجة من التلقيح مع سلالات البروكولى المبكرة بمقدار ٢ - ٥ أضعاف . وظهر أن الإزهار الحولى صفة سائدة يتحكم فيها عدة جينات رئيسية ، مع وجود تأثير قوى من الجينات المحورة التى توجد فى كل من الأبوين : الحولى ، وذى الحولين (Baggett & kean ١٩٨٩) .

٤ - المقاومة لتكوين الرؤوس الجانبية الصغيرة فى الكرنب

تتكون - أحيانا - براعم جانبية كبيرة على شكل رؤوس صغيرة أسفل مستوى الرأس الأصلية ، أو بداخل الرأس ذاتها ، وكلاهما أمر غير مرغوب . وقد وجد أن تلك الصفة متنحية ، ويتحكم فيها جين واحد رئيسى ، وجينات أخرى محورة ، إلا أن درجة توريثها منخفضة ؛ الأمر الذى يجعل الانتخاب ضد الصفة أمراً صعباً وبطيئاً .

التربية للتأقلم على الظروف البيئية القاسية

المقاومة للصقيع

درس Dickson & Stamer (١٩٧٠) الارتباط بين نسبة المادة الجافة والمقاومة للصقيع فى عدد من أصناف الكرنب وكرنب بروكسل . تراوحت نسبة المادة الجافة فى هذه الأصناف من ٥ر٦ - ١٨ ٪ ، وتراوحت درجة توريث تلك الصفة من ٥٠ر٠ - ٦٠ر٠ ، وكانت نسبة المادة الجافة مرتبطة - جوهرياً - مع نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية . وقد وجد الباحثان علاقة وثيقة بين نسبة المادة الجافة والمقاومة للصقيع ؛ حيث ازدادت المقاومة كلما ازدادت نسبة المادة الجافة ؛ كما هو موضح فى جدول (٩ - ٢) .

جدول (٩-٢) : العلاقة بين نسبة المادة الجافة والمقاومة للصقيع فى أصناف الكرنب وكرنب بروكسل .

معاملةالبرودة	نوع الضرر	متوسط نسبة المادة الجافة (والمدى)	عدد النباتات
- ٥°م	نباتات متجمدة	٤ ر٧ (٤ ر٦ - ٦ ر٨)	٦٨
	أضرار بأطراف الأوراق فقط	٥ ر٨ (٤ ر٧ - ٢ ر٩)	٩٦
	أضرار بسيطة	١ ر٩ (٣ ر٨ - ٣ ر١٠)	٦٤
	لاتوجد أضرار	١ ر١١ (٠ ر٩ - ٥ ر١٣)	٥٤
- ١٥°م	نباتات متجمدة	٥ ر٨ (١ ر٧ - ٣ ر١٠)	٣٣
	نباتات متجمدة جزئياً	٣ ر٩ (٢ ر٨ - ٣ ر١١)	١١
	لاتوجد أضرار	٤ ر١٣ (٣ ر١٠ - ٤ ر١٦)	٢٢

المقاومة للجفاف

درس Denna (١٩٧٠) العلاقة بين كمية الماء التى يفقدها النبات وسمك طبقة الشمع على الأوراق فى عدد من أصناف الكرنب ، والقنبيط ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ،

والكولارد . اختلفت هذه الأصناف - جوهرياً - فى كمية الشمع التى توجد فى وحدة المساحة من الورقة ، وفى كمية الماء التى تفقدها عن طريق أى من : الثغور ، أو الأدمة (النتح الأديمى) .

وأدت إزالة طبقة الشمع إلى زيادة معدلات النتح الأديمى ، لكن لم يظهر سوى ارتباط ضعيف بين كمية الشمع التى توجد على سطح الورقة ، وبين كمية الماء المفقودة من وحدة المساحة من الورقة ليلاً ، أو نهاراً . وبناء على هذه النتائج .. أوصى الباحث بعدم التربية لزيادة الطبقة الشمعية السميكة heavy bloom ، أو لزيادة كمية الشمع بوحدة المساحة من الورقة كوسيلة لزيادة القدرة على تحمل الجفاف فى النوع B. oleracea .

تحمل نقص العناصر الغذائية

اختبر Hochmuth (١٩٨٤) كفاءة ٤٠ سلالة من القنبيط فى الاستفادة من الكالسيوم الذى وفر لها فى محلول مغذ بمعدل ٣٧٥ ميكرومولاً / نبات ، ووجد أن أكثر السلالات كفاءة أنتجت ١٤ مثل الوزن الجاف لأقل السلالات كفاءة . كما زادت نسبة كفاءة الكالسيوم (مجم مادة جافة / مجم كالسيوم بالنسيج النباتى) فى أعلى السلالات كفاءة بمقدار ثلاثة أمثال عما فى أقل السلالات كفاءة .

التربية لمقاومة الآفات

التربية لمقاومة الأمراض

١ - التربية لمقاومة مرض الجذر الصولجانى

تصاب الصليبيات - عامة - بمرض الجذر الصولجانى club root ، أو تدرن الجذور الذى يسببه الفطر Plasmodiophora brassicae - وهو أحد الفطريات الهلامية .

يذكر WalKer (١٩٦٩) أن معظم أصناف اللفت والفجل مقاومة لفطر فى الولايات المتحدة ، بينما تكون قابلة للإصابة فى أوروبا ؛ مما يدل على وجود سلالات فسيولوجية من الفطر .

وقد وجدت اختلافات بين الأصناف فى مقاومتها للفطر المسبب للمرض فى كل من اللفت،

ولفت الزيت rape . كما وجدت أصناف مقاومة من الكرنب . ويعتبر صنف الكرنب Badger Shipper مقاوماً للسلالة رقم ٦ ، التى تعد أكثر السلالات انتشاراً فى الولايات المتحدة ، إلا أنه قابل للإصابة بالسلالة رقم ٧ . وتوجد بعض المقاومة للفطر فى الفجل . وبرغم أن المسترد الأسود B. nigra يعتبر مقاوماً للفطر .. إلا أنه أصيب بالسلالة رقم ٦ فى وسكنس. وفى المقابل.. لم تعرف أية مصادر لمقاومة الفطر فى كل من القنبيط ، والبروكولى.

وفى محاولة لحصر مصادر المقاومة للفطر فى النوع B. oleracea .. اختبر Crisp وآخرون (١٩٨٩) نحو ١٠٠٠ صنف وسلالة منه ، وأكدت الدراسة على مقاومة بعض أصناف الكيل والكرنب الأوروبية . وأعطى الباحثون قائمة بأقل الأصناف والسلالات إصابة اشتملت على ثلاثين سلالة ؛ منها ١٤ من الكرنبيات ، و١٥ من الكيل ، وسلالة واحدة من القنبيط هى IVT 70139 .

وترجع المقاومة فى بعض سلالات الكرنب الصينى إلى عامل وراثى واحد سائد ، كما وجد Chiang & Crete أن جين المقاومة للسلالة رقم ٢ المنقول من B. napus سائد سيادة تامة على القابلية للإصابة . إلا أن المقاومة فى الكرنبيات cole crops – عامة – كمية ومتنحية ؛ فمثلاً .. يتحكم فى المقاومة فى كل من صنفى الكرنب Golden Acre ، و Red Acre زوجان من العوامل الوراثية المتنحية ، ولاتظهر المقاومة إلا فى الحالة المتنحية الأصلية (عن Dixon ١٩٨٣) .

وقد أجريت عديد من المحاولات لنقل المقاومة من الكرنب إلى الكرنب بروكسل ، والقنبيط ، والبروكولى . كما جرت محاولات أخرى لنقل المقاومة من B. napus إلى القنبيط . إلا أن أكبر مشكلة تواجه التربية للمقاومة لهذا المرض هى سرعة ظهور سلالات فسيولوجية جديدة من الفطر قادرة على كسر المقاومة ، ويعرف – حالياً – أكثر من ٢٤ سلالة منها . ويجرى التقييم للمقاومة بزراعة البادرات فى تربة ملوثة بالفطر بشدة ، تتراوح درجة حموضتها (pH) من ٥ – ٦ ، مع إبقاء النباتات فى حرارة ٢٠ – ٢٥°م . وقد تغمر جذور البادرات فى معلق لجراثيم الفطر لعدة ساعات ، ثم تزرع . وتظهر الإصابة بعد نحو ٥ – ٦ أسابيع .

٢ - التربية لمقاومة مرض الذبول الفيوزارى

يطلق على مرض الذبول الفيوزارى اسم الاصفرار yellows - فى الكرنب - ويسببه الفطر Fusarium oxysporum f. conglutinans .

يتوفر نوعان من المقاومة للفطر فى الكرنب : إحداهما كمية (طراز B) ، وتمثلها المقاومة التى توجد فى الصنف Wisconson Hollander ، والأخرى بسيطة (طراز A) ، وهى توجد - مصاحبة للمقاومة الكمية - فى الصنف Wisconsin All Seasons . ويمكن التمييز - بسهولة - بين نوعى المقاومة بالتحكم فى درجة حرارة التربة أثناء الاختبار للمقاومة فى مرحلة نمو البادرة . ففى درجة حرارة ثابتة مقدارها ٢٤°م .. تصاب جميع النباتات القابلة للإصابة ، وكذلك جميع النباتات التى تحمل المقاومة الكمية ، بينما لا تصاب النباتات التى تحمل المقاومة البسيطة ، سواء أكانت أصيلة ، أم خليطة . وإذا ارتفعت درجة الحرارة إلى أكثر من ٢٨°م .. فإن جميع التراكيب الوراثية تصاب بالمرض - بما فى ذلك النباتات الحاملة للمقاومة البسيطة - ولاتكون المقاومة الكمية فعالة إذا ارتفعت درجة حرارة التربة عن ٢٢°م ، بينما إذا انخفضت درجة الحرارة عن ٢٢°م .. فإنه لا تصاب سوى النباتات القابلة - وراثياً - للإصابة ؛ أى التى لاتحمل أى من طرازى المقاومة . وإذا استمر انخفاض الحرارة إلى ١٨°م .. تتوقف إصابة النباتات القابلة للإصابة كذلك . ويمكن التمييز بين النباتات القابلة للإصابة والنباتات ذات المقاومة الكمية بإجراء اختبار المقاومة فى درجة حرارة مقدارها ٢٤°م (عن Walker ١٩٧٩) .

وقد احتفظت أصناف الكرنب المقاومة - التى أنتجها J.C. Walker ومعانوه - بمقاومتها لأكثر من ٧٠ عاما ، واستخدمت تلك الأصناف كمصدر لمقاومة المرض فى عديد من برامج التربية . ولكن اكتشفت - مؤخراً - سلالة جديدة من الفطر فى كاليفورنيا أعطيت - ابتداء - الرقم ٥ ، ثم أعطيت - بعد ذلك - الرقم ٢ . كانت هذه السلالة قادرة على إصابة النباتات الحاملة لطراز المقاومة البسيطة (طراز A) .. حتى عند انخفاض درجة حرارة التربة إلى ١٤°م ، بينما لم تكن السلالة ١ قادرة على إحداث الإصابة فى تلك الظروف (Bosland & Williams ١٩٨٧) .

وقد درس Bosland وآخرون (١٩٨٨) تأثير درجة حرارة التربة - حيث تراوحت من ١٠

- ٢٤°م – على أعراض المرض مع استخدام خمس سلالات فسيولوجية من الفطر المسبب للاصفرار . أجريت الدراسة فى أحواض زراعة حرارية خاصة Soil Temperature Tanks ، كما اختبرت عدة أصناف من الكرنب تحت الظروف الطبيعية فى كاليفورنيا فى حقول مصابة بالسلالة رقم ٢ من الفطر . أوضحت هذه الدراسة أن جميع السلالات المستعملة زادت قدرتها على إحداث الإصابة جوهرياً – فى عوائلها القابلة للإصابة– بارتفاع درجة حرارة التربة . وعند درجة ١٠°م .. أحدثت السلالة رقم ٢ من الفطر F. oxysporum f. conglutinas إصابة طفيفة بصنف الكرنب Golden Acre ، وأحدث الفطر F. oxysporum f. raphani إصابة طفيفة كذلك بصنف الفجل White Icicle . وكانت المقاومة البسيطة (طراز A) فى الكرنب عالية الكفاءة ضد السلالة رقم ١ من الفطر المسبب للاصفرار ، إلا أن كفاءة تلك المقاومة ضعفت ضد السلالة رقم ٢ مع ارتفاع درجة حرارة التربة من ١٤ إلى ٢٠°م ، وفقدت فاعليتها – تماماً – فى حرارة ٢٢ ، و ٢٤°م .

أما المقاومة الكمية (طراز B) .. فقد كانت عالية الكفاءة ضد السلالة رقم ١ من الفطر فى درجة حرارة ٢٠°م ، والأقل منها ، بينما لم تكن فعالة ضد سلالة الفطر رقم ٢ إلا فى درجتى ١٠ ، و ١٢°م فقط .

ويجرى التقييم لمقاومة الاصفرار فى الكرنب بزراعة البذور فى مهاد خالٍ من الفطر . وبعد الإنبات .. تقلع البادرات قبل أن تكمل تكوين الورقة الحقيقية الأولى ، وتغمر جذورها فى معلق لجراثيم الفطر ، ثم تشتل فى تربة رملية . هذا .. وتؤدى عملية التقليع إلى تقطيع الجذور ؛ الأمر الذى يؤدى إلى تجانس الإصابة (Walker ١٩٦٥) .

٣ – التربية لمقاومة مرض البياض الزغبى

يسبب الفطر Peronospora Parasitica مرض البياض الزغبى فى الصليبيات ، وقد وجد Greenhalgh & Mitchell (١٩٧٦) علاقة بين المقاومة للفطر ، وبين محتوى النباتات من المواد القابلة للتطاير المسئولة عن النكهة المميزة بالصليبيات ، وهى مواد تفرز عندما يحدث ضرر ما للأنسجة النباتية . فمثلاً .. كان صنف الكرنب January King مقاوماً للمرض ، وظهر بأنسجته أعلى تركيز من المواد القابلة للتطاير ، كان منها المركب allyl isothiocyanate ، الذى يعد شديد السمية للفطر . كذلك وجدت علاقة مماثلة فى

الطرز البرية من الكرنب ، فكانت أكثر الطرز مقاومة أكثرها محتوى من المواد المتطايرة . ويبدو أن الانتخاب المستمر ضد التركيز المرتفع من المواد القابلة للتطاير فى الأصناف المحسنة أضعف المقاومة للفطر فى تلك الأصناف .

تتوفر المقاومة للمرض - كذلك - فى سلالة الكرنب رقم P.I. 245015 التى تحمل جينين سائدين يتحكمان فى مقاومة سلالتى الفطر رقمى ١ ، و ٢ ، ويورث كلٌ منهما مستقلاً عن الآخر .

يجرى الاختبار للمقاومة برش الأوراق الفلقية للنباتات الصغيرة بمعلق لجراثيم الفطر ، ثم توضع النباتات فى مكان ذى رطوبة نسبية مرتفعة على درجة ١٦°م لمدة ١٢ - ١٨ ساعة ، وتعاد إلى هذه الظروف لمدة يوم كامل بعد مرور خمسة أيام أخرى ؛ حيث يشاهد -حينئذ - تجرثم الفطر على السطح السفلى لأوراق النباتات القابلة للإصابة .

٤ - التربية لمقاومة البياض الدقيقى

يسبب الفطر Erysiphe polygoni مرض البياض الدقيقى فى الصليبيات ، وتتوفر المقاومة فى الصنف Globelle ، وهى بسيطة وسائدة ، مع وجود جينات محورة تؤثر فى شدة الإصابة بالفطر . ويعتمد التقييم للمقاومة على الإصابة الطبيعية بالفطر .

٥ - المقاومة لمرض الصدأ الأبيض

يسبب الفطر Albugo candida مرض الصدأ الأبيض white rust فى الصليبيات . ويتوفر طرازان من المقاومة : لا يمكن للفطر - فى أحدهما - اختراق أنسجة العائل ، ويمثله الصنف Round Black Spanish ، ويحدث تفاعل فرط حساسية hypersensitivc reac-tion - فى الثانى - يؤدى إلى وقف انتشار الإصابة - بعد اختراق الفطر لأنسجة العائل - ويمثله الصنف China White Rose . والمقاومة فى كلتا الحالتين بسيطة وسائدة (Walker ١٩٦٩) .

٦ - المقاومة للعفن الأسود

تسبب البكتيريا Xanthomonas campestris pv. campestris مرض العفن الأسود

Black Rot فى الصليبيات . وتتوفر المقاومة للفطر - فى طورى البادرة والنبات البالغ - فى سلالة الكرنب P.I. 436606 من الصين ، وهى مقاومة بسيطة ومتنحية (عن Dickson & Hunter ١٩٨٧) . كذلك عثر على عدد من سلالات القنبيط المقاومة للفطر ، وتبين أن مقاومة إحدى السلالات التى اختيرت للدراسات الوراثية - وهى السلالة SN 445 - بسيطة وسائدة (Jamwal & Sharma ١٩٨٦) .

ويجرى التقييم للمقاومة برش النباتات المتقدمة فى النمو بمعلق للبكتيريا المسببة للمرض فى الصباح الباكر ؛ مما يسمح بوصول البكتيريا إلى قطرات الإدماع guttation drop-lets التى تتواجد - حينئذ - عند الثغور المائية hydathodes فى نهايات العروق الرئيسية بالورقة . ومع ارتفاع حرارة الجو تدريجياً .. تنسحب البكتيريا مع ماء الإدماع إلى داخل النبات من خلال الثغور المائية . وتظهر أعراض المرض على النباتات القابلة للإصابة فى غضون ٢ - ٣ أسابيع على شكل بقع كبيرة عند حواف الورقة ، مع اسوداد العروق بامتداد الورقة والساق . هذا .. بينما لا تظهر بالأصناف المقاومة سوى بقع صغيرة متحللة عند حواف الورقة .

٧ - التربية لمقاومة فيرس تبرقش اللفت

يحمل صنف الكرنب Globelle مقاومة كمية للسلالتين ١ ، و ٢ من فيرس تبرقش اللفت Turnip Mosaic Virus ، كما يقاوم الكرنب الصينى السلالات الأربع المعروفة للفيرس . وتورث المقاومة لكل سلالة منها مستقلة عن الأخرى . يجرى تقييم المقاومة بعدوى النباتات بالفيرس - فى الصوبة - باستخدام المن الحامل للفيرس ، ثم توضع النباتات فى حرارة ٢٥°م لمدة أسبوع ؛ لتشجيع تكاثر الفيرس ، ثم تنقل إلى حرارة ١٥°م ؛ لتحفيز ظهور أعراض الإصابة . ولاتظهر الإصابة - بصورة جيدة - تحت ظروف الحقل إلا فى الجو البارد نسبياً .

٨ - التربية لمقاومة عديد من الأمراض

تمكن Williams وآخرون (١٩٦٨) من إنتاج صنفين من الكرنب الهجين ؛ هما : Sanibel ، و Hybelle ، كان كل منهما مقاوماً للذبول الفيوزارى ، وعفن الرأس

الرايزكتونى ، والبياض الدقيقى ، وفيرس موازيك الكرنب ، والعيب الفسيولوجى : احتراق حواف الأوراق الداخلى .

وقد استخدم الصنف Globelle كأب لكلا الصنفين الهجينين ، بينما كانت الأمهات : Badger Inbred 12 للهجين Hybelle ، و Badger Inbred 13 للهجين Sanibel. وتتميز سلالات الأمهات بأنها غير متوافقة ذاتياً ، مع مقاومتها لكل من الاصفرار ، وموزايك الكرنب ، واحتراق حواف الأوراق ، بينما تميز الصنف Globelle بمقاومته للبياض الدقيقى، وعفن الرأس الرايزكتونى ، والاصفرار ، واحتراق حواف الأوراق .

التربية لمقاومة الحشرات

١ - التربية لمقاومة مَنّ الكرنب

تعتبر حشرة مَنّ الكرنب Brevicoryne brassicae من الآفات الهامة التى تصيب الصليبيات ، وتتكاثر بأعداد كبيرة فى الظروف المناسبة ؛ معطية غطاءً كثيفاً من الحشرة على الأوراق ، والسيقان ، والنورات ؛ الأمر الذى يشوه شكل الأوراق ، وينقل إلى النباتات بعض الفيروسات الهامة ؛ مثل فيرس تبرقش القنبيط ، وفيرس تبرقش اللفت .

تتوفر المقاومة لهذه الحشرة فى صنف اللفت السويدى (الروتاباجا) Calder ، وأمكن نقلها إلى لفت الزيت rape . تعطى هذه المقاومة مكافحة جيدة للحشرة فى معظم الظروف ، وتعتمد على ثلاثة عوامل ؛ هى : عدم تفضيل الحشرة التغذية على النبات المقاوم non - preference ، والتأثير البيولوجى المثبط للنبات المقاوم على تكاثر الحشرة (antibiosis) ، والقدرة على تحمل الإصابة tolerance .

وتعتبر أصناف كرنب بروكسل - ذات الأوراق المغطاة بطبقة شمعية كثيفة - أكثر قابلية للإصابة بحشرة مَنّ الكرنب من الأصناف غير المغطاة بطبقة شمعية سميكة ، إلا أن من الخوخ الأخضر Myzus persicae يفضل البقاء على الأوراق البراقة glossy عنه على الأوراق الشمعية waxy .

كما تفضل كثير من الأعداء الطبيعية لحشرة مَنّ الكرنب وضع بيضها على الأوراق غير الشمعية ؛ الأمر الذى قد يزيد من مقاومة المنّ فى الأصناف ذات الأوراق غير الشمعية . وبرغم أن أصناف كرنب بروكسل - ذات الأوراق البراقة غير الشمعية - تتميز بمقاومة جيدة لمنّ الكرنب .. إلا أنها شديدة القابلية للإصابة بمنّ الخوخ الأخضر ، الذى ينقل إلى النبات عدداً أكبر من الفيروسات بكفاءة أكثر مما يستطيع أن يقوم به مَنّ الكرنب . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Russell (١٩٧٨) .

٢ - التربية لمقاومة التربس

تتوفر المقاومة لحشرة التربس Thrips tabaci فى الكرنب ، وهى مقاومة متنحية . وتتراوح درجة توريثها - على النطاق الضيق - بين المنخفضة جداً (صفر - ١١ ٪) ، والمرتفعة جداً (أكثر من ٩٠ ٪) ، ويتوقف ذلك على الأصناف القابلة للإصابة المستخدمة فى الدراسة الوراثية (Stoner وآخرون ١٩٨٩) .

٣ - التربية لمقاومة الفراشة ذات الظهر الماسى

تصيب الفراشة ذات الظهر الماسى Plutella xylostella نباتات الصليبيات . تتوفر المقاومة للحشرة فى سلالة الكرنب NY 2518 ، وترجع إلى ضعف قدرة الحشرة على البقاء على النباتات المقاومة . وقد وجد Eigenbrode & Shelton (١٩٩٠) أن مقاومة هذه السلالة تبدأ فى الظهور بعد أسبوعين من الشتل ، وتستمر لمدة شهرين بعد ذلك . وتتميز نباتات هذه السلالة بأن أوراقها براقة glossy . وقد انتخب Dickson وآخرون (١٩٩٠) عدداً من سلالات الكرنب المقاومة للحشرة - بدرجة عالية - كانت جميعها ذات أوراق براقة glossy - leaved ، كما عثروا على سلالات متوسطة فى مقاومتها للحشرة كان غطاء أوراقها الشمعى عادياً ، وعلى بعض الهجن التى كان غطاؤها الشمعى ورقياً عادياً ، بينما كانت أكثر مقاومة للحشرة من أى من آبائها . وقد أعطت بعض الهجن - ممن كانت أوراقها براقة - - محصولاً اقتصاديا ، دونما أية حاجة إلى الرش بالمبيدات الحشرية ، بالرغم من توفر الحشرة - بكثرة - فى حقل الدراسة .

كذلك وجد أن سلالة القنبيط ذات الأوراق البراقة P.I. 234599 مقاومة بدرجة عالية لكل

من الفراشة ذات الظهر الماسى ، وبودتى الكرنب :Pieris rapae ، و Trichoplusia ni . وترجع المقاومة إلى لون أوراقها الأخضر القاتم البراق ، ولكن توجد عوامل أخرى مسئولة عن المقاومة غير الأوراق البراقة ، بدليل وجود اختلافات بين نباتات الجيل الثانى - ذات الأوراق البراقة والأوراق غير البراقة - فى درجة مقاومتها ، أو قابليتها للإصابة ؛ حيث كانت النباتات ذات الأوراق البراقة متوسطة المقاومة ، أو مقاومة بدرجة عالية ، بينما كانت النباتات ذات الأوراق غير البراقة متوسطة المقاومة ، أو قابلة للإصابة بدرجة عالية (عن Dickson وآخرين ١٩٩٠) . وقد كانت تلك المقاومة كمية ومتنحية .

مصادر إضافية

لمزيد من التفاصيل عن تربية الصليبيات .. يراجع Magruder (١٩٣٧) بالنسبة للدراسات القديمة . أما المراجع الحديثة نسبياً .. فمنها : Thompson (١٩٧٦) ، و Dickson & Wallace (١٩٨٦) بالنسبة للكرنب ، و McNaughton (١٩٧٦) بالنسبة للفت ، و Banga (١٩٧٦) بالنسبة للفجل .

الفصل العاشر

تربية الخضر الرئيسية التابعة للعائلة الرمرامية : البنجر والسبانخ

تضم العائلة الرمرامية Chenopodiaceae نحو ١٠٠ جنس ، و ١٤٠٠ نوع ، معظمها أعشاب حولية ، وبعضها ذو حولين ، أو معمر . وتنمو بعض نباتاتها بالقرب من شواطىء البحار ، وتعد كثير من الأنواع التابعة لها مقاومة للملوحة .

وأهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة : البنجر ، والسبانخ . كما تضم العائلة خضراً أخرى ثانوية ؛ مثل : السلق ، والسبانخ الحجازى .

تربية البنجر

من الأسماء العربية الشائعة للبنجر : بنجر المائدة ، والشمندر ، والشوندر . ويسمى بالإنجليزية beet ، أو table beet ، أو garden beet ، ويعرف بالاسم العلمى Beta vulgaris L. ssp. vulgaris . وينتمى لنفس هذا النوع النباتى B. vulgaris – أيضاً – بنجر السكر ، والسلق المحلى ، والسلق السويسرى ؛ لذا .. فإن جميع هذه المحاصيل تتلقح معاً – بحرية تامة .

الموطن وتاريخ الزراعة والسيتولوجى

يعتقد أن موطن البنجر هو أوروبا ، وشمال أفريقيا ، ويعد الشرق الأدنى مركزا ثانويا

لنشأة المحصول . وقد عرفه قدما الإغريق ، والرومان ، ويعتقد أنه نشأ من بنجر البحر sea beet (B. vulgaris ssp. maritima) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩) .

النبجر نبات ثنائى التضاعف فيه ٢ن = ٢س = ٧٨ كروموسوماً ، وقد نشأت معظم أصنافه بالانتخاب الإجمالى (Campbell ١٩٧٦) .

أساسيات التربية وطرق تداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

إن البنجر نبات عشبى ذو موسمين للنمو . يكمل النبات نموه الخضرى فى موسم النمو الأول ، ثم يتجه نحو الإزهار فى موسم النمو الثانى ، وذلك بعد أن يحصل على حاجته من البرودة (معاملة الارتباع) . ويعد البنجر نباتا ذا حولين فى المناطق الشديدة البرودة التى يتوقف فيها النمو النباتى خلال فصل الشتاء .

تحمل الأزهار فى نورات كبيرة . ويبدأ الإزهار من قاعدة النورة إلى أعلى ، وتنضج البذور بنفس الترتيب أيضاً . وأزهار البنجر جالسة تقريباً ، وتحمل مفردة غالباً ، وإن كانت تحمل – أحياناً – فى مجاميع من ٢ –٣ أزهار فى آباط قنابات على محور النورة وفروعها . والزهرة صغيرة خالية من البتلات ، ولها كأس صغيرة تتكون من خمس سبلات خضراء منفصلة ، وبها خمس أسدية ، تتفتح متوكها طوليا . ويتكون المبيض من ثلاث كرابل ملتحمة، وقلم واحد ، وثلاثة مياسم .

ولا يكون الميسم مستعدا لاستقبال حبوب اللقاح وقت تفتح الزهرة . تتفتح الزهرة فى الصباح ، وتنتثر حبوب اللقاح قبل الظهر ، وتتفتح فصوص الميسم – تدريجيا – بعد الظهر ، ولكن لا يكتمل تفتحها قبل اليوم الثانى – وأحيانا اليوم الثالث – من تفتح الزهرة . وتكون المتوك قد توقفت – حينئذ – عن إنتاج حبوب اللقاح . وتبقى فصوص الميسم – بعد تفتحها – قادرة على استقبال حبوب اللقاح ، لمدة تزيد على أسبوعين .

التلقيح فى البنجر خلطى ، وتنتقل حبوب اللقاح إلى مسافات بعيدة بواسطة الهواء . وقد أمكن جمع حبوب اللقاح من ارتفاع خمسة كيلو مترات فوق حقول البنجر . كما أن بعض

تربية الخضر الرئيسية التابعة للعائلة الرمرامية : البنجر والسبانخ

تضم العائلة الرمرامية Chenopodiaceae نحو ١٠٠ جنس ، و ١٤٠٠ نوع ، معظمها أعشاب حولية ، وبعضها ذو حولين ، أو معمر . وتنمو بعض نباتاتها بالقرب من شواطىء البحار ، وتعد كثير من الأنواع التابعة لها مقاومة للملوحة .

وأهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة : البنجر ، والسبانخ . كما تضم العائلة خضراً أخرى ثانوية ؛ مثل : السلق ، والسبانخ الحجازى .

تربية البنجر

من الأسماء العربية الشائعة للبنجر : بنجر المائدة ، والشمندر ، والشوندر . ويسمى بالإنجليزية beet ، أو table beet ، أو garden beet ، ويعرف بالاسم العلمى Beta vulgaris L. ssp. vulgaris . وينتمى لنفس هذا النوع النباتى B. vulgaris – أيضاً – بنجر السكر ، والسلق المحلى ، والسلق السويسرى ؛ لذا .. فإن جميع هذه المحاصيل تتلقح معاً – بحرية تامة .

الموطن وتاريخ الزراعة والسيتولوجى

يعتقد أن موطن البنجر هو أوروبا ، وشمال أفريقيا ، ويعد الشرق الأدنى مركزا ثانويا

لنشأة المحصول . وقد عرفه قدما الإغريق ، والرومان ، ويعتقد أنه نشأ من بنجر البحر sea beet (B. vulgaris ssp. maritima) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩) .

النبجر نبات ثنائى التضاعف فيه ٢ن = ٢س = ١٨ كروموسوماً ، وقد نشأت معظم أصنافه بالانتخاب الإجمالى (Campbell ١٩٧٦) .

أساسيات التربية وطرق تداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : الإزهار والتلقيح

إن البنجر نبات عشبى ذو موسمين للنمو . يكمل النبات نموه الخضرى فى موسم النمو الأول ، ثم يتجه نحو الإزهار فى موسم النمو الثانى ، وذلك بعد أن يحصل على حاجته من البرودة (معاملة الارتباع) . ويعد البنجر نباتا ذا حولين فى المناطق الشديدة البرودة التى يتوقف فيها النمو النباتى خلال فصل الشتاء .

تحمل الأزهار فى نورات كبيرة . ويبدأ الإزهار من قاعدة النورة إلى أعلى ، وتنضج البنور بنفس الترتيب أيضاً . وأزهار البنجر جالسة تقريباً ، وتحمل مفردة غالباً ، وإن كانت تحمل - أحياناً - فى مجاميع من ٢ -٣ أزهار فى آباط قنابات على محور النورة وفروعها . والزهرة صغيرة خالية من البتلات ، ولها كأس صغيرة تتكون من خمس سبلات خضراء منفصلة ، وبها خمس أسدية ، تتفتح متوكها طوليا . ويتكون المبيض من ثلاث كرابل ملتحمة، وقلم واحد ، وثلاثة مياسم .

ولا يكون الميسم مستعدا لاستقبال حبوب اللقاح وقت تفتح الزهرة . تتفتح الزهرة فى الصباح ، وتنتثر حبوب اللقاح قبل الظهر ، وتتفتح فصوص الميسم - تدريجيا - بعد الظهر ، ولكن لا يكتمل تفتحها قبل اليوم الثانى - وأحيانا اليوم الثالث - من تفتح الزهرة . وتكون المتوك قد توقفت - حينئذ - عن إنتاج حبوب اللقاح . وتبقى فصوص الميسم - بعد تفتحها - قادرة على استقبال حبوب اللقاح ، لمدة تزيد على أسبوعين .

التلقيح فى البنجر خلطى ، وتنتقل حبوب اللقاح إلى مسافات بعيدة بواسطة الهواء . وقد أمكن جمع حبوب اللقاح من ارتفاع خمسة كيلو مترات فوق حقول البنجر . كما أن بعض

الحشرات – مثل : التربس ، والنحل – تزور أزهار البنجر أحياناً . وربما كان للنحل دور فى زيادة محصول البذور (McGregor ١٩٧٦) .

ثانياً : الثمار والبذور

إن ثمرة البنجر متجمعة aggregate ، وتتكون نتيجة لالتحام مجموعة من الأزهار بمحيطاتها الزهرية حتى نضج البذور . ويؤدى جفاف الأعضاء الزهرية التى يلتصق بعضها ببعض إلى تكون كتلة غير منتظمة الشكل ، شبه فلينية تعرف باسم " كرة البذور seed ball " . تحتوى الثمرة الواحدة على ٢ – ٦ بذرات حقيقة كلوية الشكل ، ولونها بنى مائل إلى الأحمر ، ويبلغ طول كل منها حوالى ٣ مم .

وقد تمكن مربو بنجر السكر من إنتاج أصناف توجد بثمارها بذرة واحد (monogerm) ، نتيجة لعدم التصاق الأزهار ببعضها البعض عند تكون الثمار . لهذه الصفة أهمية زراعية كبيرة ؛ حيث جعلت من الممكن زراعة البنجر على المسافات المرغوبة ، دون الحاجة إلى إجراء عملية الخف المكلفة . وقد أمكن نقل هذه الصفة من بنجر السكر إلى بعض أصناف بنجر المائدة ، إلا أن غالبية الأصناف مازالت ثمارها عديدة البذور (multigerm) . وبينما يحمل النبات العادى أزهاره فى عناقيد عند كل عقدة بالنورة .. فإن النبات ذا الثمار الوحيدة البذور يحمل أزهارا مفردة عند معظم عقد النورة ؛ الأمر الذى يؤدى – فى النهاية – إلى نضج الثمار منفصلة عن بعهضا البعض (Campbell ١٩٧٦) .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى

يجرى التلقيح الذاتى فى البنجر بعزل أجزاء من النورة الزهرية وحمايتها من التلوث بحبوب لقاح غريبة ؛ بإحاطتها بأكياس ورقية بأحجام تتناسب مع الأجزاء المعزولة من النورة . وقد يحتاج الأمر إلى هزّ هذه الأجزاء النورية يومياً – إن كان الهواء ساكناً – لضمان انتقال حبوب اللقاح إلى مياسم الأزهار . ونظراً لأن حبوب لقاح أزهار البنجر تنضج قبل استعداد مياسم نفس الأزهار للتلقيح ؛ لذا .. فإن حبوب لقاح الأزهار الحديثة التفتح تُلقِّح مياسم الأزهار التى سبق لها التفتح خلال اليومين الماضيين – من نفس النورة – داخل الكيس .

رابعاً : طُرق إجراء التهجينات

إن أجزاء زهرة البنجر صغيرة جدا ؛ ولذا فإن خصى الأزهار لا يعد أمراً عملياً . وتجرى التلقيحات الخلطية فى البنجر بعزل أجزاء من نورات السلالات التى يراد تلقيحها معا بأكياس ورقية ، أو بوضع نورة النبات كلها داخل كيس ورقى بحجم مناسب . ويجرى التلقيح بنقل جزء من نورة سلالة الأب فوق نورة سلالة الأم مع هزه جيداً ، وإعادة تكييس سلالة الأم مرة أخرى . ونظراً لأن هذا الإجراء لايمنع حدوث تلقيحات ذاتية فى سلالة الأم، لذا فإن من الضرورى أن تحتوى سلالة الأب على جين مُعَلِّم marker gene سائد ، وأن تحتوى سلالة الأم على آليه المتنحى ، ليمكن التعرف على الهجن ، والتخلص من النباتات التى تنتج من التلقيح الذاتى .

وجدير بالذكر أن حبوب لقاح البنجر صغيرة جداً ؛ فهى تشبه التراب ، وتحملها الرياح - بسهولة تامة - لمسافات بعيدة ؛ ولذا .. فإن مجرد رفع الكيس المحيط بنورة سلالة الأم لتلقيحها قد يؤدى - فى حالة وجود أية تحركات هوائية - إلى تلوثها بحبوب لقاح غريبة ، حتى وإن لم يستغرق رفع الكيس سوى برهة قصيرة ؛ لهذا السبب .. فإنه يفضل - دائماً - إجراء التهجينات فى البنجر داخل الصوبات ؛ حيث يكون الهواء ساكناً تماماً (Poole ١٩٣٧) .

خامساً : طرق الإكثار الخضرى

إن البنجر من المحاصيل التى تتكاثر جنسياً ، ولكن يستفيد المربى من الإكثار الخضرى للنبات - إن أمكن - فى عدة نواحٍ ؛ هى : سرعة إكثار النباتات المنتخبة ، وتقييم نفس التركيب الوراثى لأكثر من صفة ، وفى ظروف بيئية متباينة ، ولمقاومة آفات مختلفة ، والحصول منها على أعداد كبيرة من البذور ، تسمح بظهور التراكيب الوراثية القليلة التكرار فى حالة الصفات الكمية . وقد أمكن إكثار البنجر - خضرياً - بالطرق التالية :

١ - استعمال قطع طولية من النبات ؛ بشرط أن تحتوى القطعة المزروعة على واحد من أخدودى الجذور root grooves الموجودين على جانبى الجذرالدرنى .

٢ - استعمال قطع جذرية تحتوى على براعم تاجية crown buds من تلك التى تتكون فى نهاية مرحلة النمو الخضرى .

٣ – تجذير الأجزاء الحديثة من الشمراخ الزهرى ، على أن تحتوى كل عقلة على جزء من الساق ، وورقة ، وبرعم إبطى .

٤ – كما تمكن Miedema وآخرون (١٩٨٠) من إكثار البنجر بواسطة العقل الورقية ؛ فقد وجد الباحثون أن العقل الورقية – الخالية من البراعم الإبطية ، والمأخوذة من نباتات البنجر الصغيرة فى مرحلة النمو الخضرى – أعطت عند زراعتها جذورا عن قاعدة الورقة ، وظهرت بها براعم عرضية قليلة جدا ، لم يمكن زيادة معدلاتها بمعاملات منظمات النمو . أما العقل الورقية ذات البراعة الإبطية .. فقد أعطت – عند زراعتها – نباتات ، إلا أن نموها الخضرى كان بطيئاً وغير منتظم ؛ الأمر الذى أُرْجِعَ إلى عدم توفر غذاء كاف لنمو البرعم ؛ لعدم وجود أى اتصال وعائى بين عنق الورقة والبرعم ، ولكن أمكن التغلب على تلك المشكلة بزراعة تلك النباتات الصغيرة في بيئة مغذية ؛ حيث نمت وتطورت بسرعة .

اغراض التربية

أولاً : صفات الجودة

تحتوى جذور البنجر على مجموعتين من الصبغات ؛ هما : البيتاسيانينات betacyanins البنفسجية اللون ، والبيتازانثينات betaxanthines الصفراء ، وهما يعطيان – معاً – اللون الأحمر المميز لجذور البنجر . يمكن أن يستعمل هذا اللون كإضافات لتلوين الأغذية ؛ كبديل لمكبسات اللون الصناعية التى أوقف استخدامها لأغراض صحية . إلا أن نسبة الصبغة فى مركزات عصير البنجر لا تزيد – غالباً – على ١ ٪ ؛ الأمر الذى يقلل الاستفادة منها كمكسبات للون ؛ ويرجع ذلك إلى زيادة تركيز العصير الخلوى من المركبات الذائبة – خاصة السكريات – التى تعيق عمل مركزات من العصير غنية فى الصبغات ؛ ولذا .. فإن تربية أصناف غنية بالصبغات ، ومنخفضة من حيث نسبة المواد الصلبة الذائبة .. يجعلها أكثر صلاحية لأغراض تلوين الأغذية .

وقد قام Wolyn & Gabelman بإجراء الانتخاب (بطريقة الـ half - sib family) فى عشيرة من البنجر ؛ بهدف الوصول إلى عشيرتين جديدتين : إحداهما عالية فى كل من الصبغات والمواد الصلبة الذائبة (باستعمال دليل للانتخاب selection index عبارة عن : تركيز الصبغات الكلى × نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية) ، والثانية عالية فى الصبغات

ومنخفضة فى المواد الصلبة الذائبة (باستعمال دليل للانتخاب عبارة عـن : تركيز الصبغات الكلى مقسوما على نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية) ، توصل الباحثان إلى النتائج التالية :

المتغير	العشيرة الأولى	العشيرة الثانية
نسبة الزيادة فى تركيز الصبغة / دورة	٢ ر٢٢ ٪	٤ ر١٨ ٪
نسبة التغير فى تركيز المواد الصلبة الذائبة / دورة	٠ ر٣ ٪	-٦ ر٢ ٪
نسبة الزيادة فى دليل الانتخاب / دورة	١ ر٢٩ ٪	٢ ر٢١ ٪
درجة التوريث الحادثة realized heritability :		
- الصبغات الكلية	٨١ ر٠	٨٢ ر٠
- دليل الانتخاب	٧٤ ر٠	٧٤ ر٠
- المواد الصلبة الذائبة	٢٥ ر٠	٢٧ ر٠

ثانياً : تحمل نقص العناصر الغذائية

وجد من دراسة وراثية على أكثر وأقل الأصناف حساسية لنقص البورون (بزراعة نباتات الآباء ، والجيلين الأول والثانى ، والهجن الرجعية فى محلول مغذ يحتوى على بورون بتركيز ٠٠١ر٠ جزءاً فى المليون) أن الحساسية لنقص البورون صفة بسيطة سائدة (Tehrani وآخرون ١٩٧١) .

ثالثاً : تحمل مبيدات الحشائش

يستعمل مبيد بيرازون Pyrazon (وهو : 5 - amino - 4 chloro - 2 - phenyl - 3 (2H) - pyridazinone) فى حقول بنجر المائدة . تمتص النباتات هذا المبيد ، ولكنه يتحد مع الجلوكوز - فى الجذور الحمراء - ليتحول إلى مركب آخر غير سام للنبات ؛ هو : N - glucosyl pyrazon . وقد أوضحت دراسات Stephenson وآخرين (١٩٧١) أن هذا التحول الكيميائى لا يتم فى ثمانية أنواع نباتية حساسة للمبيد . كما تبين - لدى دراسة تسعة أصناف من البنجر - أن التحول يتم بمعدل ٤٤ - ٧٦ ٪ فى ظرف ١٠ ساعات من معاملة أجزاء ورقية بالمبيد ، وأن العلاقة كانت مباشرة بين معدل التحول

الكيميائى للمبيد وحساسية الصنف له .

رابعاً : مقاومة الإزهار المبكر

تفيد التربية لمقاومة الإزهار المبكر عند زراعة البنجر مبكراً فى الربيع فى المناطق الباردة ؛ حيث تتعرض النباتات فى بداية حياتها لمعاملة الاتباع ، وفى منتصف - أو قرب - نهاية نموها لفترات ضوئية طويلة . وقد أمكن تحقيق ذلك بتعريض بادرات البنجر لفترة ضوئية قدرها ١٦ ساعة يوميا لمدة ٨ - ١٠ أسابيع ، ثم انتخاب النباتات التى لم تزهر خلال تلك الفترة ، وتركها لتزهر ، وتلقح بعضها بعضاً . وبتكرار ذلك .. أنتج صنفان من البنجر ؛ هما : Boltardy ، و Avonearly ، كانا مبكرين ومقاومين للإزهار المبكر (عن Watts ١٩٨٠) .

خامساً : مقاومة الأمراض

١ - التربية لمقاومة مرض البياض الزغبى :

يسبب الفطر <u>Peronospora</u> <u>farinosa</u> f. sp. <u>betae</u> مرض البياض الزغبى فى البنجر ، ويتوفر طرازان من المقاومة للفطر : متخصصة (رأسية) ، وغير متخصصة (أفقية) . تكون المقاومة المتخصصة ضد سلالات معينة من الفطر ، وتظهر على صورة تفاعل فرط حساسية hypersensitivity ، ويتحكم فى المقاومة لكل سلالة من الفطر جين واحد سائد . ولا تتأثر تلك المقاومة - كثيراً - بالعوامل البيئية .

أما المقاومة غير المتخصصة .. فتكون ضد سلالات الفطر - كافة - بدرجة واحدة ، وتظهر على صورة تثبيط لتجرثم الفطر ، ويتحكم فيها عديد من الجينات . وتتأثر تلك المقاومة كثيراً بالعوامل البيئية .

٢ - التربية لمقاومة مرض تبقع الأوراق السركسبورى :

يسبب الفطر <u>Cercospora</u> <u>beticola</u> مرض تبقع الأوراق السركسبورى فى البنجر ، وهذا المرض - كسابقه - يتوفر له طرازان من المقاومة : متخصصة ، وغير متخصصة . تكون المقاومة المتخصصة ضد سلالات معينة ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ؛ فمثلاً ..

يتحكم فى المقاومة للسلالة C2 الجين Cb . والنباتات المقاومة إما أن تكون خالية – تماماً – من أية أعراض مرضية ، وإما أن تظهر الإصابة فيها على صورة نقاط صغيرة متحللة من جراء تفاعل فرط الحساسية . أما المقاومة غير المتخصصة .. فيتحكم فيها من ٤ – ٥ أزواج من العوامل الوراثية ، وهى تتأثر – بشدة – بالعوامل البيئية (عن Dixon ١٩٨١) .

تربية السبانخ

تعتبر السبانخ أحد أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الرمرامية Chenopodiaceae، وهى تعرف فى الإنجليزية باسم Spinach ، واسمها العلمى .Spinacia oleracea L .

الموطن ، وتاريخ الزراعة ، والسيتولوجى

لا يعرف الموطن الأصلى للسبانخ على وجه الدقة ، ويعتقد أنها ربما نشأت فى منطقة غرب آسيا ، وخاصة فى جنوب باكستان ، وأفغانستان ، وإيران . وقد ذكرها ابن البيطار سنة ١٢٣٥م . ونقلت زراعة السبانخ بواسطة العرب إلى الأندلس عام ١١٠٠ م ، ومنها انتشرت فى بقية أرجاء أوروبا (سرور وآخرون ١٩٣٦ ، و .Asgrow Seed Co ١٩٧٧) . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Ryder (١٩٧٩) .

إن السبانخ نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ١٢ كروموسوماً . وتنمو الطرز البدائية من السبانخ فى جنوب غرب الهند ، ونيبال . ومن الأنواع البرية القريبة من السبانخ كل من : S. tetrandra ، و S. turkestanica (عن Smith ١٩٧٦) .

أساسيات التربية وطرق تداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : حالات الجنس

توجد بالسبانخ حالات الجنس التالية :

١ – نباتات مذكرة حادة Extreme males

تكون هذه النباتات عادة أصغر حجماً من بقية النباتات ، وتحمل أزهاراً مذكرة فقط . وتتميز بأن شمراخهما الزهرى إما أن يكون خاليا من الأوراق ، وإما به أوراق صغيرة

الحجم . وهى أول النباتات إزهارا فى الحقل .

٢ - نباتات مذكرة خضرية Vegetative males :

تحمل هذه النباتات - مثل سابقتها - أزهارا مذكرة فقط ، إلا أن الأوراق تنمو على الشمراخ الزهرى بصورة طبيعية .

٣ - نباتات مؤنثة Females :

تحمل هذه النباتات أزهاراً مؤنثة فقط ، وتنمو بامتداد الشمراخ الزهرى أوراق مكتملة التكوين .

٤ - نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن Monoecious :

تحمل هذه النباتات أزهاراً مذكرة ، وأخرى مؤنثة على نفس العناقيد الزهرية . وتختلف النسبة بين نوعى الأزهار اختلافا كبيرا من صنف لآخر ، ومن فترة لأخرى على نفس النبات . وقد تكون النسبة متقاربة ، وقد يسود أحد نوعى الأزهار على الآخر بدرجة واضحة ، إلا أن هذه الحالة نادرة .

٥ - نباتات تحمل أزهارا مؤنثة ، وأزهارا خنثى Gynomonoecious :

تكون معظم الأزهار التى تنتجها هذه النباتات مؤنثة ، إلا أنها تحمل أيضاً نسبة قليلة من الأزهار الخنثى . وتنمو بامتداد الشمراخ الزهرى أوراق مكتملة التكوين . وتوجد هذه النباتات بنسبة ضئيلة .

٦ - نباتات تحمل أزهارا مؤنثة ، وأزهارا كاملة ، وأزهارا خنثى Trimonoecious :

توجد هذه النباتات بنسبة ضئيلة للغاية (Shoemaker ١٩٥٣) .

هذا .. وتكون غالبية النباتات إما مذكرة ، وإما مؤنثة ، وهما يوجدان بنسب متساوية عادة . ولاتزيد نسبة النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن - عادة - على ٤ ٪ ، ويكون وجودها بنسب منخفضة للغاية . وتعد حالة الجنس صفة وراثية لا تتأثر بالعوامل البيئية .

إن النباتات المذكرة الحادة غير مرغوب فيها ، ويعمد منتجو البذور إلى التخلص منها ؛

فهى تزهر مبكرة ، ويمكن تمييزها من غيرها بسهولة . وترجع أهمية التخلص منها إلى كونها صغيرة الحجم ، وسريعة الإزهار ، وهاتان صفتان غير مرغوبتين عند الإنتاج التجارى للسبانخ ، كما أنها لا تنتج بذورا - بحكم كونها مذكرة - لذا .. فإنها لا تهم منتج البذور .

ثانياً : الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار المذكرة فى نورات طرفية ، بينما تحمل الأزهار المؤنثة فى آباط الأوراق التى توجد بامتدادالشمراخ الزهرى . وتوجد الأزهار فى عناقيد يتكون كل منها من ٦ - ٢٠ زهرة ، وهى تخلو من التوبيج . تتركب الزهرة المذكرة من كأس ، تتكون من أربع قنابات ، وطلع يتكون من أربع أسدية ، لكل منها متكان كبيران . تتفتح متوك الزهرة الواحدة على مدى عدة أيام . وتتركب الزهرة المؤنثة من كأس ، يتكون من ٢ - ٤ قنابات ، ومتاع يتكون من مبيض ذى مسكن واحد ، وقلم واحد ، و٤ - ٦ مياسم .

التلقيح فى السبانخ خلطى بالهواء ، وحبوب اللقاح صغيرة جدا ، لا تفيد معها تغطية النورات بأكياس من القماش لمنع التلقيح الخلطى . وتظل الأزهار المؤنثة مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٢ - ٣ أيام من تفتحها .

ثالثاً : الثمار والبذور

يتكون الجزء الصلب الخارجى من ثمرة السبانخ (وهى التى يطلق عليها - مجازاً - اسم البذرة) من كأس الزهرة المؤنثة ، والغلاف الثمرى الخارجى . تحتوى الثمرة على بذرة واحدة ، وتسمى - نباتيا - urticle . تتكون الأشواك - فى أصناف السبانخ ذات الثمار (البذور) الشوكية - نتيجة لبروز وتصلب الأجزاء القنابية من كأس الزهرة .

رابعاً : طرق إكثار سلالات وأصناف السبانخ

يتعين لإكثار سلالات وأصناف السبانخ عزل النباتات المرغوبة معاً فى بيت محمى إلى أن تزهر ، أو حمايتها من التلوث بحبوب لقاح غريبة بواسطة أكياس ورقية بحجم مناسب ، تثبت جيداً على نورات النباتات . وعند الإزهار .. تقطع نورات النباتات المذكرة ، وتهز على نورات النباتات المؤنثة ، مع استمرار حمايتها - بعد التلقيح - بنفس الأكياس الورقية .

وجدير بالذكر أن إجراءات الحماية من حبوب اللقاح الغريبة تفقد جدواها إذا أجريت عملية التلقيح فى وجود تيارات هوائية ؛ لأن حبوب لقاح السبانخ دقيقة جداً ، ويمكن أن يحدث التلوث بحبوب اللقاح الغريبة - إذا وجدت فى الجو - بمجرد رفع الكيس الورقى من حول النورة المؤنثة لإجراء التلقيح .

خامساً : طرق إجراء التهجينات

تجرى التهجينات فى السبانخ بتكييس نباتات الآباء والأمهات قبل إزهارها ، ثم تنتخب النباتات المؤنثة من سلالات الأمهات ؛ لتلقيحها بحبوب لقاح من النباتات المذكرة لسلالات الآباء . ويمكن إجراء التلقيحات العكسية إن لم يكن لاتجاه التلقيح أهمية خاصة . وتتخذ نفس الاحتياطات - التى سبقت الإشارة إليها - عند مناقشة موضوع الإكثار لمنع التلوث بحبوب لقاح غريبة عند إجراء التهجينات . ويفضل أن تتم تلك العملية فى هواء ساكن داخل بيوت محمية . ويراعى تجنب استخدام فئتى النباتات : الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن monoecious ، والتى تحمل أزهاراً مؤنثة وأزهاراً خنثى gynomonoecious كأمهات فى الهجن ؛ حتى لا تختلط بنور الهجن مع بنور ناتجة من تلقيحات ذاتية . وإذا تعذر ذلك .. يكون من الضرورى احتواء نباتات الأمهات على جين مُعَلِّم فى صورة متنحية أصيلة ، على أن تحتوى نباتات الآباء على هذا الجين فى صورة سائدة أصيلة ؛ ليمكن تمييز الهجن عن النباتات التى تنتج من التلقيحات الذاتية .

سادساً : وراثة الجنس

حظيت وراثة الجنس فى السبانخ بعديد من الدراسات . وحيث إن السبانخ وحيد الجنس ثنائى المسكن .. فقد كان الاعتقاد السائد أن حالة الجنس فى السبانخ يتحكم فيها نظام كروموسومى الجنس X ، و Y ، ولكن وجد أن وراثة الجنس فيها أكثر تعقيداً من ذلك ؛ بسبب وجود حالات أخرى من الجنس فى المحصول ؛ مثل النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن التى توجد بنسب مختلفة .

جاءت أولى محاولات تفسير وراثة الجنس فى السبانخ من Sugimoto فى عام ١٩٤٨ ، الذى اقترح تحكم زوج واحد من الكروموسومات الجسمية مع زوج الكروموسومات الجنسية

XY فى نوع الجنس . وتبعاً لهذا التفسير .. فإن التركيب الوراثى ZZ مؤنث ، فى حين أن التركيب Zz وحيد الجنس وحيد المسكن ، والتركيب zz مذكر . وعللت الاختلافات فى نسبة النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن بتأثير الخلفية الوراثية للنبات على التركيب الوراثى الخليط .

وفى عام ١٩٥٣ .. عدل Bemis & Wilson تفسير Sugimoto ؛ فاقترحا أن حالة الجنس يتحكم فيها كروموسومات الجنس X ، و Y ، بالإضافة إلى زوجين من الجينات المرتبطة على الكروموسومات الجسمية ، هما A ، و a (سائد للذكورة) ، و G ، و g (سائد للأنوثة) . وتبعاً لهذا الاقتراح .. فإن النسبة الجنسية تكون ١ نباتات مذكرة : ١ نباتات مؤنثة عندما توجد تلك الكروموسومات والجينات فى حالة توازن ، ولكن يؤدى حدوث عبور فى التركيب الوراثى الخليط Ag / aG إلى اختلال حالة التوازن ، وظهور حالات الجنس الوسطية . وجدير بالذكر أن الباحثين لم يستطيعا ملاحظة أية اختلافات مورفولوجية بين زوجى كروموسومى الجنس المقترحين .

وفى عام ١٩٥٤ اقترح Janic & Stevenson أن الحرفين X ، و Y يمكن أن يرمزا إلى جينين آليلين ، أوجزأين متناظرين من زوجى أحد الكروموسومات ، أو كروموسومين جنسيين كاملين ، واقترحا أن التركيب الوراثى XX يكون مؤنثاً ، و XY يكون مذكراً ، وقد ينتج بذوراً إذا وجدت به بعض الأزهار المؤنثة ، بينما يكون التركيب الوراثى YY مذكرا ، ولا ينتج بذوراً . وفى عام ١٩٥٥ .. وضع الباحثان اقتراحين آخرين لتفسير حالات النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن كمايلى :

يفترض الاقتراح الأول وجود جين آخر Mm مسئول عن حالات الجنس الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن ، ومدى أنوثتها . وبينما يكون الفرد XY مذكراً دائماً .. فإن جنس الفرد XX يتأثر بالجين M / m كمايلى :

MM : وحيد الجنس وحيد المسكن ، ولا ينعزل .

Mm : وحيد الجنس وحيد المسكن ، وأكثر أنوثة من MM ، وينعزل .

mm : مؤنث .

أما الاقتراح الثانى .. فيفترض وجود آليل ثالث ، تنتج منه حالات النباتات الوحيدة

الجنس الوحيدة المسكن كمايلى :

$X^m X^m$: وحيد الجنس وحيد المسكن ، ولا ينعزل .

XX^m : وحيد الجنس وحيد المسكن ، وينعزل .

XX : مؤنث .

وتبعاً لهذين الاقتراحين .. فإن الانعزالات المتوقعة - فى مختلف التلقيحات - تكون كمايلى :

١ - الاقتراح الأول :

أ - عند تلقيح نبات وحيد الجنس وحيد المسكن XX MM بنبات مذكر XY mm .. فإن النسل يكون وحيد الجنس وحيد المسكن XXMm ، ومذكر XYMm بنسبة ١ : ١ .

ب - عند تلقيح نبات مؤنث XXmm بنبات مذكر XYm .. فإن النسل الناتج يتكون من أربعة تراكيب وراثية بنسب متساوية ؛ هى : XXMm (وحيد الجنس وحيد المسكن) ، و XXmm (مؤنث) ، و XYMm (مذكر) ، و XYmm (مذكر) ؛ أى يكون النسل مؤنثاً ، وحيد الجنس وحيد المسكن ، ومذكراً بنسبة ١ : ١ : ٢ .

٢ - الاقتراح الثانى :

أ - عند تلقيح نبات وحيد الجنس وحيد المسكن $X^m X^m$ بنبات مذكر XY .. فإن النسل يكون وحيد الجنس وحيد المسكن XX^m ، ومذكراً $X^m Y$ بنسبة ١ : ١ .

ب - عند تلقيح نبات مؤنث XX بنبات مذكر XmY .. فإن النسل الناتج يكون وحيد الجنس وحيد المسكن XXm ، ومذكراً XY بنسبة ١ : ١ .

وقد أوضحت الدراسة أن الاقتراح الثانى هو الذى يتمشى مع الانعزالات المشاهدة لحالات الجنس .

واستمر الباحثان (Janic & Stevenson) فى تفسيرهما لحالات الجنس ؛ فقسما النباتات الوحيدة الجنس الوحيدة المسكن - حسب مدى أنوثتها - إلى نباتات أنثوية بنسب : ٥ ٪ ، و ٢٥ ٪ ، و ٥٠ ٪ ، و ٧٥ ٪ ، و ٩٥ ٪ ، وتمكنا من انتخاب سلالات عالية الأنوثة ، وأخرى منخفضة الأنوثة ، واقترحا نظرية لتفسير تلك الاختلافات على أساس كمى . كما

وجدا أن لدرجة الحرارة والفترة الضوئية تأثيراً على النسبة الجنسية ؛ حيث زادت نسبة النباتات المذكرة . بارتفاع درجة الحرارة إلى ٢٦°م ، خاصة عند قصر الفترة الضوئية .

وفى دراسة لا حقة على نباتات رباعية التضاعف .. وجد Janic عام ١٩٥٥ أن الكروموسوم X مسئول عن حالة الذكورة - أياً كان عدد كروموسومات X فى النبات المتضاعف حيث اقتصرت حالة الأنوثة على النباتات XXXX . ويعنى ذلك أن حالة الجنس فى السبانخ لا تتحدد بالتوازن بين كروموسومى الجنس X ، و Y . كما وجد أن تلقيح النباتات XXXX مع نباتات XXYYيعطى فى النسل نباتات مذكرة ومؤنثة بنسبة ٥ : ١ ؛ مما يعنى أن الانعزال كروموسومى ، وليس كروماتيدياً ، وأن الجينات المسئولة عن تحديد الجنس توجد بالقرب من السنترومير .

وقد أجريت محاولات عديدة للتعرف على كروموسومى الجنس فى السبانخ ، وتبين أنهما أكثر الكروموسومات طولاً ، وهما زوج الكروموسومات رقم ١ . وقد وجد Bose & Janic عام ١٩٦١ أن هذين الكروموسومين كانا متشابهين مورفولوجيا homomorphic فى النباتات المذكرة ، والمؤنثة ، والوحيدة الجنس الوحيدة المسكن فى بعض السلالات ، بينما كانا مختلفين موفولوجياً heteromrphic فى تلك الفئات الجنسية فى سلالات أخرى ، مع عدم ارتباط الاختلاف المورفولوجى heteromorphism للكروموسومات بالجنس ؛ الأمر الذى يعنى أن حالة الجنس - فى السبانخ - تتحدد بواسطة جينات ، وليس بواسطة كروموسومات (عن Ryder ١٩٧٩) .

كذلك أوضحت دراسات Ramanna (١٩٧٦) على أربعة أصناف ، وسلالتين من السبانخ عدم وجود أية اختلافات مورفولوجية بين فردَىْ أىٍّ زوج من الكروموسومات فى أى من حالات الجنس . وذكر الباحث أن التحضيرات المجهرية للكروموسومات قد تظهر بها اختلافات شكلية بين كروموسومى أى زوج منها ، ولكن ذلك يرجع إلى اختلاف الكروموسومات فى شدة انقباضها وتقلصها .

سابعاً : إنتاج تقاوى الأصناف الهجين

يلزم - لإنتاج هجن السبانخ - إجراء التربية الداخلية على نباتات منتخبة من أصناف

تجارية ناجحة ؛ لعزل سلالات مرباة – داخليا – لاستخدامها كآباء للهجن . ويجب أن يبدأ برنامج التربية الداخلية على نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن جيدة الصفات ، يحمل كل منها عدداً كبيراً من الأزهار المؤنثة ، مع عدد مناسب من الأزهار المذكرة ، يكون كافياً لإجراء التربية الداخلية عليها ، ولإنتاج الهجن – فيما بعد – بكفاءة .

وفى نهاية برنامج التربية الداخلية .. تنتخب نباتات مذكرة وأخرى مؤنثة – من كل سلالة – للمحافظة عليها بالتلقيح الأخوى Sib - pollination ، ولاستخدامها فى إنتاج البذرة الهجين ، التى يعتمد إنتاجها على كون سلالات الأمهات وحيدة الجنس ثنائية المسكن . ويراعى الانتخاب لزيادة نسبة النباتات المؤنثة فى سلالات الأمهات ، ويتحقق ذلك بالانتخاب لتلك الصفة فى الظروف التى تؤدى إلى زيادة نسبة النباتات المذكرة ، وهى الظروف غير المناسبة للنمو ، خاصة عند ارتفاع درجة الحرارة عن ٢٨ °م .

تزرع سلالات الآباء فى خطوط متبادلة مع سلالات الأمهات – بنسبة تتراوح من ١ – ٢ : ٦ – ٨ – حسب قدرة سلالات الآباء على إنتاج حبوب اللقاح . تزال النباتات المذكرة – مبكراً – من خطوط سلالات الأمهات ؛ لتقليل التربية الداخلية إلى أدنى مستوى ممكن ، كما تزال جميع نباتات سلالات الآباء بعد تمام التلقيح (عن Ryder ١٩٧٩ ، و Watts ١٩٨٠) .

ثامناً : التضاعف

وجد – لدى مقارنة الطرز الرباعية التضاعف ، والثلاثية التضاعف من السبانخ بالطرز الثنائية التضاعف – مايلى :

١ – لدى مقارنة المحصول فى نفس العمر .. كانت الطرز الثنائية أعلى محصولاً – بشكل واضح – من الطرز الرباعية .

٢ – لدى مقارنة المحصول فى مرحلة معينة من النمو (أى فى عمر فسيولوجى معين) .. كانت الطرز الرباعية هى الأعلى محصولاً ، وتلتها الطرز الثلاثية ، فالثنائية .

٣ – انخفض معدل النمو النباتى – مع الوقت – بزيادة مستوى التضاعف .

٤ – تأخر الإزهار – بزيادة مستوى التضاعف (عن Ryder ١٩٧٩) .

تاسعاً : المواصفات المرغوبة فى أصناف السبانخ

من أهم الصفات المرغوبة فى جميع أصناف السبانخ مايلى :

١ - البذور الملساء ؛ حتى تسهل زراعتها .

٢ - النمو القائم ؛ حتى لا تتلوث الأوراق بالتربة .

٣ - الأوراق السميكة الغضة ذات اللون الأخضر القاتم .

٤ - ارتفاع نسبة نصل الورقة إلى عنقها .

٥ - المقاومة للآفات السائدة فى منطقة الزراعة .

٦ - ألا تكون مبكرة الإزهار .

٧ - أما بالنسبة لملمس الورقة .. فتفضل الأصناف ذات الأوراق الملساء للاستهلاك الطازج فى الوطن العربى ، وهى الأصناف المفضلة للتصنيع كذلك . وتفضل الأصناف ذات الأوراق المجعدة للاستهلاك الطازج فى أوروبا ، وأمريكا . أما الأصناف ذات الأوراق المجعدة قليلا .. فتستعمل للغرضين .

أهداف التربية

أولاً : التربية لتحسين صفات الجودة

١ - محتوى الأوراق من الأوكسالات :

درس Kitchen وآخرون (١٩٦٥) محتوى الأوكسالات فى ١٩ سلالة من السبانخ ، و ١٥ هجيناً ، و ٥ من عشائر الجيل الثانى للهجن ، ووجدوا أن المحتوى الكلى للأوكسالات تراوح من ٥ر٤٢ إلى ٩ر٨١ ٪ ، كما وجدوا ارتباطاً سالباً بين درجة تجعد الأوراق ومحتواها من الأوكسالات ؛ حيث احتوت النباتات المجعدة الأوراق على كميات من الأوكسالات أقل من تلك التى احتوتها النباتات الملساء الأوراق ، أو النباتات ذات الأوراق المتوسطة التجعد .

٢ - محتوى الأوراق من النترات :

من المعلوم أن المحتوى المرتفع من النترات nitrates - كالمحتوى المرتفع من الأوكسالات - ضار بصحة الإنسان . وقد درس Maynard & Barker (١٩٧٤) تأثير الزراعة فى مزارع مائية - تختلف فى محتواها من النترات (من ١٨٧ر٠ إلى ٤٨ مللى مكافىء) - على

التركيز الحرج للأيون بأوراق ثلاثة أصناف من السبانخ ، ووجدا أن التركيز الحرج - على أساس الوزن الجاف - ازداد من ٠٫٠٤٥ ٪ فى الصنف Hybrid 424 - وهو ذو أوراق ملساء - إلى ٠٫١٥ ٪ فى الصنف Heavy Pack - وهو ذو أوراق نصف مجعدة - إلى ٠٫١٧ ٪ فى الصنف America ، وهو ذو أوراق مجعدة .

وتبين - كذلك - من دراسات Barker وآخرين (١٩٧٤) - على ١٨ صنفاً من السبانخ - وجود اختلافات وراثية بينها فى مدى تراكم النترات بها ، وكان أعلى محتوى للنترات فى الأصناف ذات الأوراق المجعدة ، وأقل نسبة فى الأصناف ذات الأوراق الملساء . أما الأصناف ذات الأوراق نصف المجعدة .. فقد تباينت فى هذا الشأن . كذلك حصل Olday وآخرون (١٩٧٦) على نتائج مماثلة لدى مقارنتهم لمستوى النترات - تحت ظروف التسميد الآزوتى العالى - فى كل من الصنفين : America ذى الأوراق المجعدة ، و Hybrid 424 ذى الأوراق الملساء .

ثانياً : التربية لمنع الإزهار المبكر

يوجد ارتباط موجب بين التبكير فى النضج (أى سرعة الوصول إلى مرحلة النمو النباتى المناسبة للحصاد) ، والتبكير فى الإزهار (أى الاتجاه السريع نحو "الحنبطة") .. وتلك مشكلة تواجه المربى عند محاولته التربية للتبكير فى النضج . كذلك وجد ارتباط سالب بين مدى دكنة اللون الأخضر بالأوراق والإزهار المبكر ؛ حيث تأخر الإزهار بزيادة دكنة اللون .

ولما كانت نباتات السبانخ المذكرة سريعة النمو ، وسريعة الإزهار ، وقليلة الأوراق ؛ لذا .. فإنها غير مرغوب فيها ، وتفضل عليها حالات الجنس الأخرى . ويمكن التغلب على مشكلة قلة الأوراق فى النباتات المذكرة ؛ بانتخاب طرز منها تكون أكثر أوراقاً . كما أمكن التخلص من النباتات المذكرة - كلياً - بإنتاج أصناف وحيدة الجنس وحيدة المسكن ؛ مثل صنفى السبانخ الألمانيين : Fruremona ، و Wisemona .

ثالثاً : التربية لمقاومة الأمراض

١ - البياض الزغبى :

يسبب الفطر Peronospora spinaciae مرض البياض الزغبى فى السبانخ ، وتتوفر

المقاومة لهذا الفطر ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ، عثر عليه فى سلالة إيرانية المنشأ ، واستعملت فى إنتاج الصنف المقاوم Califly . وقد تبين من دراسات EeninK (١٩٧٤) وجود ارتباط ضعيف - فى نظام تنافرى - بين هذا الجين (المسئول عن المقاومة للفطر) وبين الجين المسئول عن القدرة على تحمل الإصابة بفيرس تبرقش الخيار رقم ١ .

يعتبر الفطر Peronospora spinaciae من الفطريات التى تكثر بها السلالات الفسيولوجية الجديدة . وقد ظهرت سلالة جديدة قادرة على كسر مقاومة الصنف Califly ، ولكن تمكن المربون من العثور على سلالة أخرى من السبانخ كانت مقاومة لسلالة الفطر الجديدة ، وكانت تلك المقاومة - بدورها - بسيطة وسائدة . وأوضحت الدراسات الوراثية أن جينا المقاومة لسلالتى الفطر يرتبطان - فى نظام ازدواجى - والمسافة بينهما هى ٤٫٦ وحدة عبور . كذلك ظهرت سلالة ثالثة من الفطر ، وأمكن - أيضاً - العثور على مصدر جديد لمقاومتها ، ومرة أخرى .. كانت تلك المقاومة بسيطة وسائدة . وقد تبين أن صنف السبانخ Califly يقاوم سلالتى الفطر رقمى ١ ، و ٣ .

٢ - فيرس تبرقش الخيار رقم ١ :

تتوفر المقاومة لفيرس تبرقش الخيار رقم ١ فى السبانخ ، وهى مقاومة بسيطة وسائدة . وكما سبق أن أوضحنا .. وجد ارتباط ضعيف - فى نظام تنافرى - بين هذا الجين وبين جين المقاومة للسلالة رقم ٢ من الفطر المسبب لمرض البياض الزغبى . وقد كان هذا الارتباط ضعيفاً (حيث بلغت نسبة العبور بينهما ٢٣٫٠٤ ٪) ؛ مما يسمح بالحصول على انعزالات مقاومة للمرضين معاً .

وقد أنتج الصنف المقاوم Virginia Savoy من برنامج للتربية ، استخدمت فيه إحدى السلالات المقاومة التى حُصل عليها من منشوريا ؛ حيث هجنت مع الصنف القابل للإصابة Bloomsdale . كما استخدم الصنف فرجينيا سافوى فى إنتاج صنف آخر مقاوم هو Old Dominion ، وبالرغم من أن تلك المقاومة تفقد فاعليتها فى الحرارة العالية .. إلا أن ذلك أمر قليل الأهمية ؛ لأن السبانخ تعد من محاصيل الجو البارد (Watts ١٩٨٠) .

٣ – المقاومة المتعددة للأمراض :

أنتج مربو الخضر صنف السبانخ Fall Green ، الذى اختبر تحت الرقم الكودى 3 - AR 82 ، وتبين احتواؤه على مقاومة عديد من الأمراض والظروف البيئية القاسية ؛ كمايلى :

أ – مقاومة كمية لستة أمراض ؛ هى : الصدأ الأبيض white rust ، والعفن الأزرق blue mold ، والتدهور الفيوزارى fusarium decline ، والذبول الطرى damping off ، والأنثراكنوز anthracnose ، والأنثراكنوز الثانوى secondary anthracnose .

ب – مستويات فعّالة من المقاومة لمرضى : تبقع الأوراق السركسبورى ، وعفن فيتوفثورا الأسود .

جـ – مقاومة بسيطة لفيرس تبرقش الخيار .

د – القدرة على تحمل البرودة الشديدة ، والأراضى الغدقة (Goode وآخرون ١٩٨٨ ، و Morelock ١٩٨٨) .

الفصل الحادى عشر

تربية الخضر الرئيسية التابعة للعائلة المركبة : الخس والخرشوف

تربية الخس

يعتبر الخس lettuce أهم محاصيل الخضر التى تبع العائلة المركبة Compositae . وهو ينتمى للجنس Lactuca الذى يتبعه أكثر من ١٠٠ نوع ، ويعرف بالاسم العلمى Lactua sativa . ويوجد مدى واسع من الاختلافات المورفولوجية بين طرز الخس المختلفة ؛ لذا .. فإنها تقسم إلى أربعة أصناف نباتية كمايلى :

١ – خس الرؤوس Head lettuce (أو الخس الكرنبى Cabbage letuce) – L. sativa var. capitata L. :

تدخل – تحت هذا الصنف النباتى – مجموعتان من الأصناف التجارية ؛ هما : خس الرؤوس ذو الأوراق النضرة السهلة التقصف crisphead ، وخس الرؤوس ذو الأوراق الدهنية butterhead . تتميز المجموعة الأولى برؤوسها الصلبة ؛ مثل : جريت ليكس Great Lakes، ونيويورك New York . وتتميز المجموعة الثانية بأن رؤوسها أقل صلابة ، وبأن أوراقها ناعمة القوام ، ودهنية المظهر (ولكنها ليست دهنية الملمس) ؛ مثل : هوايت بوسطن White Boston .

٢ – خس الرومين Romaine lettuce (أو Cos lettuce) -.

L. sativa var. longifolia Lam. :

يتميز هذا الصنف النباتى بأوراقه الطويلة الضيقة القائمة ، التى تكوّن رأسا مقفلة طويلة ؛ كما فى الصنف التجارى هوايت باريس White Paris .

٣ - الخس الورقى Leaf lettuce (أو الملتف Curled lettuce) - L. sativa var. crispa L. :

يتميز هذا الصنف النباتى بأن أوراقه لا تكون رأسا مقفلة ، وإنما تزدحم وتندمج مع بعضها البعض لتكون رأسا سائبة loose head . وأوراق بعض أصنافها مجعدة بشدة ، وملتفة curled ، ومهدبة fringed ؛ كما فى : سالاد باول Salad Bawl ، وجراند رابيدز Grand Rapids .

٤ - الخس الهليونى Asparagus lettuce (أو خس الساق Stem lettuce) - L. sativa var. asparagina Bailey :

تتميز الأصناف التجارية - التى تتبع هذا الصنف النباتى - بأن لها ساقا كبيرة متشحمة ، وهى التى يزرع من أجلها المحصول ، وتنتشر زراعتها فى آسيا ؛ ومن أمثلتها : الصنف سلتس Celtuce (George ١٩٨٥) .

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن الموطن الأصلى للخس فى منطقة البحر الأبيض المتوسط ، وأغلب الظن أنه نشأ فى مصر ، ويبدو أنه زرع - أول مرة - منذ نحو ٤٥٠٠ سنة بواسطة قدماء المصريين ؛ فقد وجدت على جدران معابدهم نقوش لأوراق من الخس تشبه الخس البلدى (وهو من مجموعة الخس الرومين) . وكان الخس رمزاً للمعبود (مين) إله التناسل عند قدماء المصريين . ويعتقد أنهم كانوا أول من زرع الخس كمحصول بذرى للحصول على الزيت . وقد ذُكِرَ كذلك كثيراً عند قدماء الرومان والإغريق (استينو وآخرون ١٩٦٣ ، Ryder & Whitaker ١٩٧٦ ، Ryder ١٩٨٦) .

السيتولوجى ، والانواع البرية ، والهجن النوعية

يضم الجنس Lactuca - الذى يتبعه الخس - أكثر من مئة نوع ، توجد فى ثلاث مجاميع بها إما ٨ ، أو ٩ ، أو ١٧ زوجاً من الكروموسومات . تتضمن مجموعة الخس أربعة

أنواع فقط ، وهى ثنائية التضاعف ، وفيها ٢ن = ٢س = ١٨ كروموسوماً ؛ أى إن بها ٩ أزواج من الكروموسومات . وتشتمل هذه المجموعة - إلى جانب الخس - على ثلاثة أنواع هامة ؛ هى : L. serriola ، و L. virosa ، و L. saligna . وقد نشأت هذه الأنواع - مثل الخس - فى حوض البحر الأبيض المتوسط ، وهى ذاتية التلقيح ، كما يمكن تهجينها - بسهولة - فيما بينها .

يعتقد البعض أن الخس المزروع ، وطرزاً برية أخرى من الخس نشأت من الخس البرى L. serriola ؛ لأن جميع الاختلافات - التى تتوفر فى النوع المزروع - يوجد لها نظير فى النوع البرى ؛ باستثناء حالات تكوين الرؤوس الكاملة (عن Ryder & Whitaker ١٩٧٦) .

ولكن - بناء على الدراسات الوراثية والسيتولوجية التى أجراها Lundquist فى عام ١٩٦٠ - فإنه من المعتقد أن الخس المزروع نشأ من النوع L. saligna ، وأن النوع L. serriola - الذى يعيش برياً ملازماً للخس - إنما نشأ من نفس التهجين الذى أفرز الخس المزروع ، أو من تهجينات أخرى لاحقة ، وربما أمكن تقسيم الخس المزروع ، و L. serriola على أساس أنهما يتبعان نوعاً واحداً .

كما توجد بعض الطرز البرية الوسطية فى صفاتها بين الخس المزروع والنوع L. serriola ، والتى تقسم - أحياناً - كأنواع مستقلة ؛ مثل : L. altaica ، و L. augustana . تتهجن تلك الطرز البدائية - بسهولة تامة - مع كل من الخس ، و L. serriola ؛ الأمر الذى يلقى بعض الشكوك حول حقيقة العلاقة بين النوعين الأخيرين .

يُهَجَّن الخس المزروع مع النوع L. serriola ، الذى نقلت منه صفة مقاومة البياض الزغبى إلى الأصناف التجارية Calmar ، و Valverde . كذلك يُهَجَّن النوعان : L. sativa ، و L. serriola مع L. saligna عند استخدام النوع الأخير كأم ، وعندما تكون الهجن خصبة ،، بينما لا تنجح التهجينات العكسية .

كذلك تمكن R.C. Thompson من تهجين الخس المزروع مع النوع L. virosa (سلالة رقم P.I. 125130) بصعوبة ، مع استعمال النوع البرى كأم .

وقد كانت نباتات الجيل الأول عقيمة - كما هى العادة فى هذا التهجين - ولكن أمكن -

بمضاعفة الكروموسومات - إنتاج الهجين المتضاعف amphidiploid ، الذى كان خصباً عند تلقيحه ذاتياً ، وخصباً جزئياً عند تلقيحه - رجعياً - إلى الخس المزروع . وقد أجرى Thompson هجينين رجعيين إلى النوع المزروع ، وأعقب كلاً منهما بالانتخاب - للصفات المرغوبة - لأربعة أجيال ، وحصل - بعد الانتخاب الأخير - على الصنف Vanguard ، وهو صنف ثنائى خصب ، ويتميز بلون أوراقه الخضراء القاتمة ، وقوامها ونوعها المرغوبين ، وهى صفات نقلت إلى الخس المزروع من النوع البرى . وتعتبر تلك من الحالات القليلة التى أنتج فيها صنف جديد من تهجين نوعى ، نقل خلاله عديد من الجينات من نوع برى إلى نوع مزروع . وقد استخدم هذا الصنف - بعد ذلك - كأبٍ فى عديد من برامج التربية التى أفرزت أصنافاً أخرى وصفات مماثلة ؛ مثل Moranguard ، و Vanguard 75 ، وSalinas (عن Whitaker ١٩٧٩) .

وفى محاولة أخرى .. أجرى Eenink وآخرون (١٩٨٢) تهجيناً آخر بين الخس المزروع والنوع L. virosa مع استخدام L. serriola كنوع قنطرى ، واستفاد من هذا التهجين فى نقل صفة المقاومة لمَن الأوراق إلى الخس .

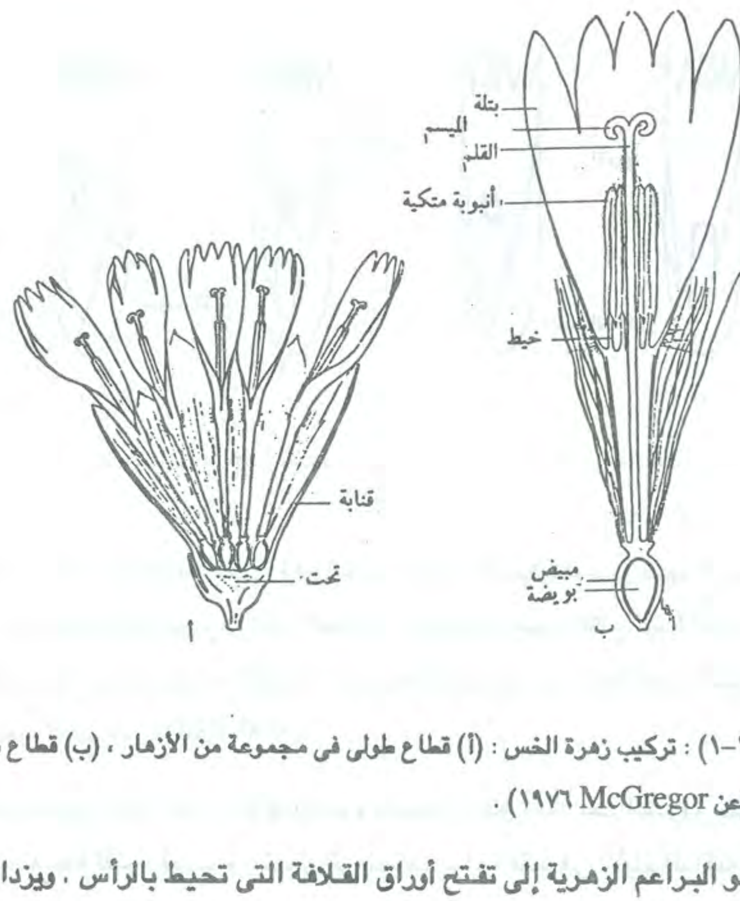
هذا .. ولم ينجح التهجين بين النوعين L. saligna ، و L. virosa فى أى من الاتجاهين. كما لم ينجح التهجين بين أى من مجموعة أنواع الخس L. sativa group - وهى الأنواع التى دارت حولها المناقشة السابقة - وبين أى من الأنواع الأخرى التابعة للجنس Lactuca (عن Ryder ١٩٨٦) .

أسس التربية وطرق تداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : الأزهار والتلقيح

يصل طول الحوامل النورية بفروعها إلى ٦٠ - ١٢٠ سم أو أكثر حسب الصنف . تتكون كل نورة (وهى Panicle) من عنقود من الرؤوس heads (أو الهامات capitula - المفرد هامة capitulum) ، تتكون كل منها من ١٥ - ٢٥ زهرة أو أكثر . وأكبر الرؤوس حجما هى تلك التى توجد بقمة النورة ، وتوجد الباقيات فى نهاية عدد من الأفرع النورية . وتحاط النورة بمجموعة من القنابات ، يطلق عليها اسم القلافة involucre .

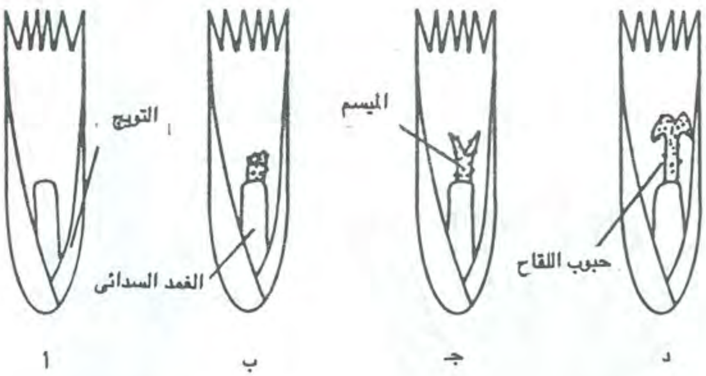
إن أزهار الخس كاملة (شكل ١١ - ١) لها تويج شريطى الشكل ، ذو لون أصفر ، أو أبيض مائل إلى الأصفر . يتكون المتاع من مبيض ذى مسكن واحد ، وقلم واحد ، وميسم ذى فصين . وللزهرة خمس أسدية ، تتصل بقاعدة التويج ، وتلتحم المتوك معا لتكون أنبوبة سدائية تحيط بالقلم . ويغطى ميسم الزهرة وقلمها بزغب خفيف .



شكل (١١-١) : تركيب زهرة الخس : (أ) قطاع طولى فى مجموعة من الأزهار ، (ب) قطاع طولى فى زهرة واحدة (عن McGregor ١٩٧٦) .

يؤدى نمو البراعم الزهرية إلى تفتح أوراق القلافة التى تحيط بالرأس . ويزداد النمو بصورة ملحوظة خلال اليوم السابق لتفتح الأزهار . وفى صباح اليوم التالى .. تستطيل الأزهار ، وتتفتح كاشفة الأنبوبة السدائية ، ويكون إزهار الخس فى موجات ، وتظهر الموجة الثانية بعد الأولى بنحو ثلاثة أسابيع .

تتفتح المتوك نحو الداخل قبل استطالة القلم ، ويكون تفتحها مع تفتح الزهرة فى الصباح . ويحدث - أثناء استطالة القلم - أن تلتقط الشعيرات الى توجد بها حبوب اللقاح من المتوك . كما يبتعد فى الوقت نفسه فصا كل متك ، وهو ما يؤدى إلى سقوط حبوب اللقاح على سطح الميسم ، ويعقب ذلك انفراج المتك نحو الخارج ، وهو ما يدل على انتهاء فترة قابليتها لاستقبال حبوب اللقاح (شكل ١١-٢) .



شكل (١١-٢) : مراحل تفتح الزهرة فى الخس : (أ) مرحلة مبكرة لم يبرز فيها الميسم من الغمد السدائى ، (ب) بداية بروز الميسم من الغمد السدائى ، وهو مغطى بحبوب اللقاح ، (جـ) أفضل مرحلة لإزالة حبوب اللقاح عند الرغبة فى إجراء التلقيحات ، (د) مرحلة متأخرة لم تعد مناسبة لإجراء التلقيحات ؛ بسبب حدوث التلقيح الذاتى (عن Ryder ١٩٨٦) .

تتفتح جميع أزهار الرأس الزهرية مرة واحدة ، ويكون ذلك بعد الشروق بقليل . وتبقى الأزهار متفتحة لفترة قصيرة ، تصل إلى نصف ساعة فقط فى الأيام الدافئة المشمسة ، وتزيد إلى نحو ساعتين فى الجو الملبد بالغيوم (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤ ، Ryder ١٩٨٦) .

ونظرا لأن النشاط الحشرى يقل - كثيرا - فى الظروف التى تبقى فيها الأزهار متفتحة

لفترة طويلة نسبياً .. فإن فرصة التلقيح الخلطى تقل بدرجة كبيرة . والتلقيح فى الخس ذاتى بدرجة عالية ، إلا أنه قد يحدث التلقيح الخلطى - أحياناً - بنسبة يمكن أن تصل إلى ٣ ٪ (Shoemaker ١٩٥٣) . ويحدث ذلك خاصة عند سقوط الأمطار وقت تفتح الأزهار ؛ حيث تعمل الأمطار على إزالة حبوب اللقاح التى توجد على المياسم ، وقد تأتى الحشرات - بعد ذلك - بحبوب لقاح من نباتات أخرى . هذا .. ولا يوجد أى دليل على أن زهرة الخس تفرز رحيقا ، إلا أن بعض الحشرات - ومنها النحل - تزور أزهار الخس - أحيانا - لجمع حبوب اللقاح ، ولا تنتقل حبوب اللقاح فى الخس بواسطة الهواء (McGregor ١٩٧٦) .

ثانياً : الثمار والبذور

يطلق على ثمار الخس - مجازا - اسم البذور . تحتوى كل ثمرة على بذرة واحدة فقيرة achene تنضج بعد حوالى ١٢ يوما من تفتح الزهرة ، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة . يختلف لون بذرة الخس من الأبيض الكريمى إلى البنى القاتم ، ومن الرمادى الفاتح إلى الأسود ، وهى ذات نهاية مسحوبة ، وشكلها مغزلى ، وبها ثلاثة ضلوع طولية .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى

يجرى التلقيح الذاتى فى الخس - بسهولة - بوضع نورة النبات داخل كيس قماشى غير منفذ للحشرات قبل بدء الإزهار مباشرة ، مع إزالة أية نورة تكون قد تفتحت أزهارها قبل ذلك . تحكم فوهة الكيس القماشى جيداً حول ساق النبات ، مع ربطه إلى قائم خشبى يكون مثبتاً فى التربة إلى جانب النبات . وعند نضج البذور .. تقطع ساق النبات تحت مستوى الكيس القماشى مباشرة .

رابعاً : طرق إجراء التهجينات

تنتثر حبوب اللقاح من متوك الزهرة - فى الخس - قبل بروز الميسم من الغمد السدائى، الذى يحيط بالقلم ، والميسم (شكل ١١ -٢) ؛ لذا .. تجب إزالة حبوب اللقاح التى تعلق بالميسم - عند بروزه من الغمد السدائى - قبل محاولة إجراء أية تلقيحات .

ويمكن إجراء الخصى والتهجين فى الخس بعدة طرق ؛ منها مايلى :

١ – توجيه تيار سريع من الماء نحو الزهرة بعد بروز الميسم من الأنبوبة السدائية مباشرة . ويمكن إجراء ذلك باستعمال حقنة طبية عادية . ومن الضرورى تجفيف الزهرة قبل محاولة إضافة حبوب لقاح سلالة الأب إليها ، ويجرى ذلك إما بالنفخ عليها بالفم ، وإما بتوجيه تيار من الهواء إليها ، ويتطلب ذلك دقائق قليلة .

ويجرى التلقيح بلمس مياسم الأزهار المخصية – بلطف – بمياسم أزهار سلالة الأب . وإذا كانت النباتات الملقحة خارج الصوبة .. يكون من الضرورى حماية الأزهار الملقحة من الحشرات التى قد تنقل إليها حبوب لقاح غريبة .

تحدث – عند اتباع هذه الطريقة فى التلقيح – نسبة كبيرة من التلقيح الذاتى ، تتراوح من ٥٠ – ٩٠ ٪ ، ويمكن خفض تلك النسبة إلى ٣٠ – ٥٠ ٪ ؛ بتكرار غسل الأزهار بالماء أثناء تفتحها ؛ ولذا .. فإن الاستعانة بالجينات المعلمة يعد أمراً ضرورياً عند اتباع هذه الطريقة ؛ ليتسنى التعرف على البذور الناتجة من التلقيحات الذاتية ، وتمييزها عن البذرة الهجين . ولخفض نسبة التلقيحات الذاتية إلى أدنى مستوى ممكن .. يجب أن يبدأ غسل الزهرة مع بداية بروز القلم من الغمد السدائى ؛ بالاستعانة برذاذ دقيق من الماء . فإذا أجريت تلك العملية قبل انحناء فصوص الميسم لأسفل – بعد بروزها من الغمد – ازدادت نسبة حبوب اللقاح التى يتم التخلص منها . ويؤدى الغسل بالماء (فى مراحل مبكرة – أو متأخرة – عن تلك المرحلة) إلى زيادة نسبة التلقيحات الذاتية .

٢ – تعريض أزهار الخس – أثناء تفتحها – لضباب صناعى mist ، ينتجه جهاز خاص ، يضبط ، ليعمل كل عدة دقائق ؛ وبذا . يتم التخلص من معظم حبوب اللقاح بيسر وسهولة . ويتم تعريض الأزهار للضباب – عند بداية استطالة قلم الزهرة أو قبل ذلك ، ويستمر لمدة دقيقة واحدة إلى دقيقتين كل عشر دقائق ،لحين بروز أقلام جميع أزهار الرأس الزهرية ، وانفراج فصوص مياسمها ؛ بمعنى استمرار التخلص من حوب اللقاح أثناء انتثارها .

وتبلغ نسبة التهجينات – عند اتباع هذه الطريقة – حوالى ٩٤ ٪ ؛ مقارنة بأقل من ٥٠٪ فى الطريقة السابقة . هذا .. ولا تجرى التلقيحات إلا بعد تجفيف الأزهار ، الذى يتحقق بتعريضها لتيار من الهواء .

تعتبر هذه الطريقة أكثر كفاءة من الطريقة الأولى ، خاصة إن لم تستخدم الجينات المعلِّمة ، وإذا أريد تلقيح عدد كبير من الأزهار ؛ لأنها تخفض - كثيراً - من نسبة التلقيحات الذاتية ، وتفيد فى تخليص أزهار الرأس الزهرية - كلها - من حبوب اللقاح التى تعلق بمياسمها . وتتضح أهمية ذلك إذا علمنا أن أزهار الخس لا تتفتح إلا لمدة ساعة واحدة - تقريباً - فى الصباح ؛ الأمر الذى يجعل من الصعوبة غسل أزهار كثيرة منها يدوياً .

٣ -خصى أزهار الخس فى الصباح الباكر - قبل تفتحها ، وبروز مياسمها - بإزالة الغمد السدائى بواسطة ملقط . وتجرى التلقيحات - فى هذه الطريقة - بنقل حبوب لقاح الآباء إلى مياسم الأزهار المخصبة بعد استطالة أقلامها ، وانفراج مياسمها . تعطى هذه الطريقة تهجينات بنسبة ١٠٠ ٪ ، إلا أنها تستغرق وقتا طويلاً (عن Ryder & Johnson ١٩٨٤) .

٤ - ويمكن إجراء عملية الخصى بقص الغمد السدائى فى الصباح الباكر ؛ حيث يتسنى - بذلك - إزالة معظم التويج ، ومعظم الأنبوبة السدائية قبل اكتمال استطالة قلم الزهرة ، الذى يبقى سليماً . ويتم التخلص من أجزاء الزهرة المقطعة بتيار من الهواء . ويجرى التلقيح - بعد ذلك - مباشرة . وتعطى هذه الطريقة - كذلك - تهجينات بنسبة ١٠٠ ٪ .

وعند اتباع أى من الطرق السابقة .. يلزم توقيت موعد إجراء التهجينات بعناية ؛ لأن موعد تفتح الأزهار يتأثر بالحالة الجوية ؛ ففى الأيام التى يسودها جو دافىء صحو .. تكون الأزهار جاهزة للتلقيحات من الساعة السابعة صباحا ، ويستمر تفتحها لمدة أربع ساعات ، أما فى الأيام الملبدة بالغيوم .. فربما لا تتفتح الأزهار قبل الحادية عشرة أو الثانية عشرة ظهراً .

كما يحسن تعليم كل زهرة ملقحة بعلامة ورقية label تثبيت عليها قبل إجراء عملية التلقيح ، مع التأكد من تثبيت العلامة بعنق الزهرة الملقحة ؛ لأن العنقود الزهرى الواحد توجد به عدة براعم زهرية . وتفضل إزالة كل الأزهار غير الملقحة من العنقود (عن Watts ١٩٨٠) .

وبالرغم من أن بالإمكان إجراء التهجينات فى الحقول المكشوفة .. إلا أنه يفضل أن

تجرى فى بيوت محمية ؛ لأن البذرة الهجين قد تفقد - فى الحالة الأولى - بفعل الرياح والأمطار . ولاتوجد - فى كلتا الحالتين - أية احتمالات للتلوث بحبوب لقاح غريبة ؛ لأن حبوب لقاح الخس لزجة ، ولا تحمل بالهواء بسهولة . كما توجد ندرة فى الحشرات التى تزور أزهار الخس ، ولا تزيد نسبة التلقيح الخلطى بين الخطوط المتجاورة على ١ ٪ .

خامساً : العقم الذكرى ،إمكانات إنتاج هجن الخس

ذكرت عدة حالات للعقم الذكرى فى الخس ، يتحكم فيها جين واحد متنح ، أو جين واحد سائد ، أو جينان (أحدهما متنح ، والآخر سائد) ، أو ثلاثة جينات متنحية (Ryder ١٩٧١ ، Ryder & Johnson ١٩٧٤) . ونتناول هذا الموضوع - بالتفصيل - تحت وراثة الصفات فى الخس .

وقد وجد أن رش براعم الخس - وهى فى طول ٥ر٠ - ٩ر٠ مم - بالجبريللين أحدث بها عقما ذكرياً تاماً ، بينما احتفظت أعضاء التأنيث بكامل خصوبتها . وقد جرب الرش مرة واحدة ، أو مرتين ، أو ثلاث مرات على فترات (كل يومين) ، وبتركيزات تراوحت من ٢٥ جزءاً فى المليون - ٨٠٠ جزء فى المليون ، فأعطت جميعها نفس النتيجة المتقدمة (EeninK ١٩٧٧) .

هذا .. إلا أن إنتاج هجن الخس ليس من الأمور الواردة فى الوقت الحاضر ؛ لسببين هامتين ؛ هما :

١ - عدم توفر دلائل قوية على وجود ظاهرة قوة الهجين فى الخس .

٢ - عدم توفر وسائل فعالة لزيادة نسبة التلقيح الخلطى الطبيعى ، مع صعوبة إجراء التهجينات .

وراثة بعض الصفات

أولاً : الجينات المعلّمة للبادرات

تتوفر فى الخس والأنواع البرية القريبة منه - خاصة النوع <u>L. serriola</u> - عدة جينات معلمة للبادرات ، يمكن أن تفيد فى تمييز البادرات الهجين عن تلك التى تنتج من التلقيح

الذاتى . وترجع أهمية تلك الجينات إلى صعوبة إجراء عملية الخصى فى الخس ؛ الأمر الذى يترتب عليه حدوث نسبة عالية من التلقيحات الذاتية عند محاولة إجراء التهجينات . ويوجد طرازان من التهجينات المعلمة للبادرات ، تختص بكل من صبغات الأنثوسيانين ، والكلوروفيل ، ويتوفر منها ستة جينات ، وعشرة جينات على التوالى .

تعتبر الطفرات المؤثرة على تكوين صبغات الأنثوسيانين أفضل - كجينات معلمة - من تلك التى تؤثر على تكوين الكلوروفيل ؛ لأنها لا تؤثر فى النمو النباتى ، ومن بين تلك الجينات مايلى :

١ - الأليلان g ، و G الخاصان باللون الأخضر ، وتكوين الأنثوسيانين على التوالى .

٢ - الأليلات R ، و R^{bs} ، و R^{s} ، و R^{t} التى تتحكم فى الألوان : الأحمر ، والأحمر المبقع بالبنى red - brown spotted ، والأحمر المبقع red - spotted ، والمشوب بالأحمر red - tinged على التوالى ؛ علما بأنها مرتبة - تنازلياً - حسب درجة سيادتها (أى إن R يسود على جميع الأليلات الأخرى) .

٣ - الجين A الخاص بظهور صبغة الأنثوسيانين .

٤ - الجين i الذى يؤدى وجوده - فى صورة متنحية أصيلة - إلى زيادة دكنة اللون الأحمر فى النباتات الحاملة لأى من أليلات الجين R .

أما الطفرات المؤثرة فى تكوين الكلوروفيل .. فهى كثيرة ، ومنها : الأليلات : al-1 ، وal-2 ، و al-3 التى تجعل البادرات ألبينو ، وهى مميتة ، والجين go الذى يجعل البادرات ذهبية اللون (golden) ، ولكنها تكتسب اللون الأخضر تدريجياً ، والجين ، والجين vi الذى يجعل الأوراق الصغيرة خضراء مصفرة virescent ولكنها تكتسب اللون الأخضر تدريجياً كذلك ، والجين gy الذى يجعل الأوراق ذات لون أصفر ذهبى (golden yellow) ، والذى يتفاعل مع الجين lg الخاص بلون الأوراق الأخضر الفاتح (ligth green) .

ثانياً : صفات الورقة

١ - يتحكم الجين gl (نسبة إلى المظهر البراق glossy) فى صفة رقة الطبقة الشمعية التى توجد بأوراق النوع L. altaica ، وهى صفة متنحية بالنسبة لصفة الطبقة الشمعية السميكة التى توجد بأوراق بعض طرز الخس والأنواع الأخرى القريبة منه ، وتكسب الأوراق

لونا أخضر رمادياً .

٢ - الشعيرات الورقية :

توجد أشواك حادة فى بعض الطرز البدائية من الخس ، وفى النوع L. serriola ، الذى يعرف باسم prickly lettuce ؛ بسبب كثافة محتواه من تلك الأشواك . ويتحكم فى تلك الصفة - فى كل من L. sativa ، و L. serriola - جين واحد سائد ، يأخذ الرمز S ؛ نسبة إلى الصف المتنحية الأوراق الناعمة Smooth .

كذلك يتحكم جين واحد متنح - يأخذ الرمز lh - فى صفة وجود شعيرات على سطح الأوراق (leaf hairs) . ولهذا الجين تأثير آخر ؛ حيث تكون النباتات الكثيرة الشعيرات عقيمة عقماً تاماً .

٣ - شكل الورقة :

تعتبر قمة الورقة المدببة pointed سائدة على قمة الورقة الدائرية round ، ويتحكم فيها جين واحد ، يأخذ الرمز P . ويتحكم ثلاثة أليلات فى صفة تفصيص الورقة ، وهى : + لصفة الورقة الشديدة التفصيص التى توجد فى L. serriola ، و u° لصفة التفصيص الشبيه بأوراق البلوط oak leaf ، و u لصفة عدم التفصيص . وتسود صفة الأوراق المجعدة crinkled على الأوراق الناعمة ، ويتحكم فيها جين واحد يأخذ الرمز Cr . ويتحكم جين واحد متنح فى صفة الأوراق الشريطية ذات الحافة المهدبة الشبيهة بأوراق الهندباء endive، ويأخذ هذا الجين الرمز en .

ثالثاً : تكوين الرؤوس والعوامل النورية

يتحكم جين واحد متنح فى صفة تكوين الرؤوس فى طرز الـ crisphead مقابل صفة عدم تكوين الرؤوس فى طرز الخس الساقى ، والورقى ، والرومين ، والأنواع البرية القريبة L. serriola ، و L. saligna ، و L. virosa . ويأخذ هذا الجين المتنحى الرمز k ؛ نسبة إلى الكلمة الألمانية Kopfbildung ، التى تعنى تكوين الرأس . كما ذكر جينان آخران متنحيان خاصان بتكوين الرؤوس ؛ هما : ca (نسبة إلى الصفة capitate) ، و h (نسبة إلى الصفة hearting) . وقد اكتشفت تلك الجينات فى طفرات ظهرت فى أصناف مختلفة من الخس .

كذلك وجد أن تكوين الحوامل النورية (الاتجاه نحو الإزهار) فى النهار الطويل

صفة سائدة ، يتحكم فيها جين واحد أعطى الرمز L ؛ نسبة إلى الاستجابة للنهار الطويل long day .

رابعاً : العقم الذكرى

توجد عدة حالات للعقم الذكرى فى الخس ، يتحكم فيها نظم وراثية مختلفة كمايلى :

١ - تتحكم ثلاثة جينات متنحية - هى ms-1 ، و ms-2 ، و ms-3 - فى حالة عقم ذكرى ، تتميز بأن أوراقها تكون ضيقة ونهاياتها كالمقطوعة cut (غير مدببة أو دائرية) ؛ الأمر الذى يسهل معه تمييز النباتات العقيمة الذكر قبل الإزهار .

٢ - يتحكم جينان - هما : ms-4 ، و Ms-5 - فى حالة أخرى للعقم الذكرى ، يحدث فيها الانعزال فى الجيل الثانى بنسبة ١٣ عقيمة : ٣ خصبة . وتتميز تلك الحالة بأن العقم فيها ليس تاماً ؛ لأن بعض النباتات العقيمة الذكر قد تنتج بعض البذور .

٣ - يتحكم جين واحد متنح - يأخذ الرمز ms-6 - فى حالة ثالثة للعقم الذكرى ، تكون فيها النباتات عقيمة ذكرياً كلياً تقريباً ، وعقيمة أنثوياً جزئياً ، وتكون أزهارها صغيرة وباهتة ، وأوراقها ضيقة .

٤ - يتحكم جين واحد سائد - يأخذ الرمز Ms-7 - فى حالة رابعة للعقم الذكرى ؛ تبدو فيها الأزهار ملتفة rolled .

خامساً : الأزهار والبذور

يتحكم جين واحد متنح - يأخذ الرمز go (نسبة إلى اللون golden) - فى لون الأزهار الذهبى مقابل اللون الأصفر ، وهو ذو تأثير متعدد ؛ إذ يجعل الأوراق ذات لون أخضر مصفر . ويتحكم الجين المتنحى pa فى لون الأزهار الأصفر الباهت pale yellow مقابل اللون الأصفر القاتم .

ويتحكم الجين المتنحى er فى صفة عدم انتشار البذور مقابل صفة الانتشار ، وينسب رمز الجين إلى تأثير آخر له هو erect involucre . وعن لون البذور .. يتحكم جين واحد متنح (w) فى اللون الأبيض ، وجين آخر متنح (y) فى اللون الأصفر ؛ علما بأن اللون الأسود سائد على كل من اللونين الأبيض والأصفر ، وأن جين اللون الأبيض يتفوق على جين اللون

الأصفر . هذا .. ويتحكم التركيب الوراثى للأم فى لون البذرة ؛ لأن اللون يتحدد بلون الغلاف الثمرى الملتحم مع قصرة البذرة فى ثمرة الخس الفقيرة . وتفضل البذور السوداء اللون ؛ لتسهل رؤيتها على الأرض فى حالة انتثارها .

سادساً : الحساسية للمركبات الكيميائية

يتحكم جين واحد متنح فى القدرة على تحمل المبيد الفطرى triforine الذى يعرف كذلك باسم saprol ، ويستخدم فى مكافحة البياض الدقيقى . يأخذ الجين المسئول عن تلك الصفة الرمز tr . أما النباتات الحاملة للأليل السائد Tr فإنها تذبل حال رشها بالمبيد (عن Robinson وآخرين ١٩٨٣) . وتتوفر المقاومة للمبيد فى النوعين L. serriola ، و L. saligna ، وفى عدد من الأصناف التجارية ؛ منها : Amo ، و Assa ، و Rio ، وKeystone (Globerson & Eliasi ١٩٧٩) .

التربية لتحسين صفات الجودة

أولاً : خفض محتوى النترات بالنبات

يتراكم أيون النترات nitrates فى الخس كغيرة من محاصيل الخضر ، خاصة الورقية منها . ومن المعروف أن التركيزات المرتفعة من النترات - فى غذاء الإنسان - تعد ضارة بالصحة ؛ لأن جزءا منها يتحول إلى نيتريت nitrite ، الذى يحدث خللاً فى التنفس . ويعد الحد الأقصى المأمون لما يمكن أن يتناوله الإنسان منها يوميا (لكل كيلو جرام من وزن الجسم) هو ٣ر٧٥ مجم من أيون النترات ، و ٠ر١٣ مجم من أيون النتريت .

وقد تبين وجود اختلافات وراثية بين أصناف الخس ؛ من حيث قدرتها على تركيز النترات بأنسجتها ، وتبين كذلك وجود اختلافات بين أصناف وسلالات الخس - ذات القدرة المنخفضة على تركيز النترات بأنسجتها - فى النظام الوراثى فى تلك الخاصية ؛ فقد كانت تلك الصفة بسيطة وسائدة فى أحد الأصناف وهو Wonder Van Voorburg ، بينما تحكم فيها جينان سائدان يكمل كل منهما الآخر(حالة تفوق متنح متماثل التأثير Recessive Duplicate Epistasis) فى الصنف Valmaine ؛ حيث ينعزل الجيل الثانى للتلقيح - بينه وبين الأصناف ذات القدرة العالية على تركيزات النترات بأنسجتها - إلى فئتين :

ضعيفة وعالية القدرة على تركيز النترات بنسبة ٩ : ٧ . وقد تأيد ذلك من نتائج التهجين بين هذين الصنفين ؛ حيث انعزل الجيل الثانى بنسبة ٥٧ ضعيفة القدرة · ٧ عالية القدرة على تراكم النترات بأنسجتها (Subramanya وآخرون ١٩٨٠) .

هذا .. إلا أن دراسات Renink & Groenwold (١٩٨٧) أوضحت أن تلك الصفة كمية ، وأن درجة توريثها تزيد غالبا على ٥٠ ٪ ، ووصلت تقديراتها - على أساس متوسطات سلالات الجيل الثالث - إلى ٧٨ - ٩١ ٪ .

ثانياً : صنفين محتوى الكادميم بالنبات

أصبح عنصر الكادميم cadmium إحدى مشاكل العصر ؛ بسبب ازدياد تركيزه فى غذاء الإنسان بصورة مُطّردة ، بعد أن أصبح التخلص من مخلفات المجارى - فى البيئة وفى الأراضى الزراعية - أمراً واقعاً . ويعد انتخاب وتربية الأصناف - الأقل قدرة على تركيز الكادميم بأنسجتها - إحدى الوسائل التى يمكن بواسطتها الحد من تلك المشكلة .

وقد وجدت - بالفعل - اختلافات وراثية فى تلك الخاصية بين أصناف الذرة والخس . وأظهرت دراسات Thomas & Harrison (١٩٨٩) أن وراثة ضعف القدرة على تركيز الكادميم - فى أنسجة نباتات الخس - ليست بسيطة ، وأن درجة توريثها - على النطاق الضيق - تتراوح من ٣ر٠ - ٥ر٠ .

ثالثاً : التجانس فى موعد النضج

يعد التجانس فى موعد النضج من صفات الجودة الهامة . ويجرى الانتخاب إما بجس الرؤوس باليد ، وإما باستعمال أشعة X ؛ للتعرف على كثافة الرأس ، ومدى امتلائها .

التربية للتحكم فى الصفات المؤثرة فى نمو وتطور النبات

أولاً : التخلص من سكون البذور

توجد اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الخس - من حيث طول فترة السكون التى تمر بها البذور بعد الحصاد - وقد أظهرت إحدى الدراسات أن تلك الصفة كمية ، بينما أظهرت دراسة أخرى (Eenink ١٩٨١) أن سكون البذور صفة ذات سيادة غير تامة ،

ويتحكم فيها جين واحد ، أُعطى الرمز D . وقد كانت درجة توريث هذه الصفة عالية نسبياً .

ثانياً : التبكير فى النضج

أظهرت دراسة - أجريت على عدد من أصناف الخس تختلف فى موعد نضجها - وجود ارتباط جوهرى سالب بين محتوى الأوراق من عنصر الفوسفور وعدد الأيام من الزراعة إلى النضج ، وكان هذا الارتباط أقوى عندما أجرى تحليل عنصر الفوسفور على النباتات الصغيرة ؛ وهو ما يعنى إمكان الاستفادة من ذلك الارتباط فى الانتخاب لصفة التبكير فى النضج فى مرحلة مبكرة من النمو ، دونما حاجة إلى الانتظار لحين نضج النباتات (Pandita & Andrew ١٩٦٧) .

ثالثاً : الإزهار المبكر

اكتشف جينان خاصان بالإزهار المبكر early flowering فى خس الرؤوس ذى الأوراق المتقصفة crisphead . وبرغم أن إزهار الخس يتأثر بطول الفترة الضوئية ودرجة الحرارة .. إلا أن إزهار النباتات الحاملة لأى من هذين الجينين يكون مبكرا بفترة طويلة (تزيد على ٣٥ يوماً) عن النباتات غير الحاملة لأى منهما . وقد أعطى هذان الجينان الرمزين Ef-1 ، و Ef-2 (Ryder ١٩٨٨) .

التربية لتحمل الظروف البيئة القاسية

عثر Shannon (١٩٨٠) على اختلافات وراثية بين نباتات صنف الخس Empire - من حيث القدرة على تحمل الملوحة - وتمكن الباحث من عزل سلالات نقية أكثر قدرة على تحمل الملوحة من الصنف الأصلى ، إلا أنه لم يحدث مزيد من التحسن فى الصفة بمزيد من الانتخاب ، وهو الأمر المتوقع بالنسبة لمحصول ذاتى التلقيح كالخس . وفى دراسة أخرى .. وجد Shannon & McCreight (١٩٨٤) اختلافات بين ١١٥ سلالة من الخس - من حيث القدرة على تحمل الملوحة - تزيد على الاختلافات التى ظهرت بين الأصناف التجارية . وقد اعتمد تقييمهما لتلك الصفة على مقارنة النمو النباتى تحت ظروف الملوحة العالية .

ويعد التأقلم على مختلف الظروف البيئية من أهداف التربية الهامة . ولعل الصنف Great Lakes 659 من أكثر الأصناف انتشاراً فى الزراعة فى مناطق تتباين كثيرا فى

ظروفها البيئية (Ryder ١٩٨٦) .

التربية لمقاومة العيوب الفسيولوجية

أولاً : احتراق حواف الأوراق

اختبر Misaghi وآخرون (١٩٨١) ثمانية أصناف من خس الرؤوس ؛ لمقاومة احتراق حواف الأوراق بحصاد الرؤوس وهى مكتملة النضج ، ثم وضعها لمدة ثلاثة أيام أو خمسة فى حجرات للنمو ، على درجة حرارة ثابتة مقدراها ٣٠°م ، مع رطوبة نسبية تراوحت من ٣٠ – ٤٠ ٪ ، وإضاءة بلغت شدتها ١٨٠٠ لكس lux ، لمدة ١٢ ساعة يوميا . وأوضحت الدراسة وجود ارتباط بين شدة أعراض العيب الفسيولوجى التى تظهر فى الحقل وفى حجرة النمو ، إلا أن معامل الاختلافات كان أقل فى حجرة النمو . ويذكر Ryder (١٩٨٦) أن Calmar ، و Salinas يعتبران من أكثر الأصناف مقاومة لاحتراق حواف الأوراق .

ثانياً : التلون البنى للعرق الوسطى

توجد اختلافات وراثية بين أصناف الخس فى حساسيتها للإصابة بالتلون البنى للعرق الوسطى .. وبينما يعتبر الصنف Great Lakes من أكثر الأصناف حساسية .. فإن السلالة 3- NC 6585 لا تصاب إلا بقدر طفيف للغاية (Jenkins ١٩٦٢) .

ثالثاً : حالة تضخم وتفلطح الساق fasciation

تظهر حالة الـ fasciation (شكل ١١ – ٣) على شكل تضخم وتفلطح فى ساق النبات عند الإزهار ، وهى ظاهرة وراثية أكثر من كونها عيباً فسيولوجياً . تُحدث هذه الظاهرة مشاكل عند إنتاج بذور الخس ؛ لأن النباتات التى تصاب بها بطيئة الاتجاه نحو الإزهار ، ولا تنتج سوى كمية قليلة من البذور . وإذا أريد زيادة محصولها من البذور .. فلابد من إزالة معظم الرأس قبل الإزهار ، وتلك عملية مجهدة ، وتستغرق وقتاً طويلاً ؛ لذا .. فإن أفضل وسيلة للتخلص منها هى تربية أصناف مقاومة لها .

وقد وجدت اختلافات كبيرة بين أصناف وسلالات الخس – من حيث مدى تأثرها بتلك الظاهرة – وفى دراسة وراثية استخدم فيها الصنف المقاوم للظاهرة Suzan ، والصنف



شكل (١١ -٣) : ظاهرة تضخم وتفلطح الساق fasciation عند الإزهار فى الخس (عن Eenink & Garretsen ١٩٨٠) .

الشديد التأثير بها Noran .. وجد أن تأثير البيئة فى معدلات حدوث تلك الظاهرة كان منخفضاً أو معدوماً فى الآباء ، وكبيراً فى الجيل الأول للتهجين بينهما ، وقدرت درجة توريث الصفة – على النطاق الضيق – بنحو ٤٠ ٪ (Eenink & Garretsen ١٩٨٠) .

التربية لمقاومة الآفات

أولاً : البياض الزغبى

يسبب الفطر Bremia lactucae مرض البياض الزغبى فى الخس . ومن أكبر مشاكل التربية لمقاومة هذا المرض السرعة التى ينتج بها الفطر سلالات فسيولوجية جديدة قادرة على كسر مقاومة المرض . فما أن يُنتج المربى صنفاً جديداً مقاوماً وتنتشر زراعته على نطاق واسع .. إلا وينتج الفطر – فى نحو أربع سنوات – سلالة جديدة قادرة على كسر مقاومة ذلك الصنف ؛ وبذا .. تعددت الأصناف المقاومة ، وتعددت سلالات الفطر التى اكتشفت فى مناطق مختلفة من العالم ، دون دراية بحقيقة العلاقة بينها ؛ مما أدى إلى اختلاط الأمور . وظل هذا الوضع قائماً إلى أن أجريت دراسات مفصلة لاختبار آليلية جينات المقاومة ، ومدى القرابة بين سلالات الفطر ، والعلاقة بين العائل والطفيل .

ففى خلال الفترة من ١٩٢٥ إلى ١٩٨٥ .. أنتج أكثر من ١٢٠ صنفاً من الخس ذات مقاومة متخصصة (رأسية) لسلالات معينة من البياض الزغبى (Ryder ١٩٨٦) . وقد حدد Zink (١٩٧٣) الوضع – منذ نحو عقدين – على النحو التالى :

١ – تحتوى الأصناف : Red Salad Bowl ، و Bourguignonne، و Salad Trim ، و Calicel ، و Calmar ، و E-4 ، و Valrio ، و Imperial 410 ، و Valtemp ، و Val-verde على مقاومة بسيطة وسائدة ، متحصل عليها من إحدى سلالات L. serriola الروسية المنشأة ؛ هى P.I. 91532 .

٢ – يحتوى الصنف Meikoningen على مقاومة بسيطة وسائدة ، يتحكم فيها جين آخر غير المتحصل عليه من السلالة P.I. 91532 . وأوضحت اختبارات الآليلية أن الجينين يورثان مستقلين عن بعضيهما .

٣ – يحتوى كل من الصنفين Proeftuin's Blackpool ، و Ventura على مقاومة يتحكم فيها جينان سائدان متشابهان فى كلا الصنفين ، وهما – أى الجينين – يختلفان عن

الجين المتحصل عليه من السلالة P.I. 91532 .

٤ – تحتوى السلالة P.I. 164937 على مقاومة يتحكم فيها جينان سائدان ، يتماثل أحدهما مع الجين المتحصل عليه من السلالة P.I. 91532 . ويوضح جدول (١١– ١) نتائج اختبارات الآليلية (Zink ١٩٧٣) .

جدول (١١–١) : نتائج اختبارات الآليلية لجينات المقاومة للبياض الزغبى فى الخس (عن Zink ١٩٧٣) .

التلقيح	الانعزال		قيمة مربع كاى (x^2)	الاحتمال (P)
	مقاوم	مصاب		
GL 118 x Meikoningen	١٤٦	٤٦	٠ر١١١ (٣ : ١)	٠ر٩٥ – ٠ر٧٠
GL 118 x Ventura	٤٨٩	٣٣	٠ر٠٠٤ (١٥ : ١)	٠ر٩٥ – ٠ر٧٠
Calmar x Meikoningen	١٢٥٢	٧٨	٠ر٣٣٧ (١٥ : ١)	٠ر٧٠ – ٠ر٥٠
GL 118 x P. Blackpool	٣٣٨	٢٥	٠ر٢٥١ (١٥ : ١)	٠ر٧٠ – ٠ر٥٠
Calmar x P. Blackpool	١٤٣٨	٢٢	٠ر٠٢٩ (٦٣ : ١)	٠ر٩٥ – ٠ر٧٠
Calmar x Ventura	١٢٦٥	١٩	٠ر٠٥٧ (٦٣ : ١)	٠ر٩٥ – ٠ر٧٠

وبالإضافة إلى ما تقدم ذكره .. توجد أصناف وسلالات أخرى مقاومة ؛ منها : الصنف Valmine – الذى يستمد مقاومته من السلالة التركية المنشأ P.I. 167150 – وإحدى سلالات النوع L. saligna (عن Ryder & Whitaker ١٩٨٠) .

وقد لخص Crute & Johnson عام ١٩٧٦ (عن Dixon ١٩٨١) المصادر المختلفة لجينات المقاومة للبياض الزغبى فى الخس – التى كانت معروفة فى ذلك الحين – وعددها عشرة جينات ، كما هو مبين فى جدول (١١–٢) ، ولكن غيرت – فيما بعد – مصادر بعض هذه الجينات ؛ لتصبح كمايلى : Dm-3 فى Kares ، و Dm-4 فى Solito ، و Dm-5 فى Valmine ، و Dm-6 فى Avodefiance ، و Dm-8 فى Calmar (عن Robinson وآخرين ١٩٨٣) .

جدول (١١-٢) : مصادر مختلف جينات المقاومة للبياض الزغبى فى الخس .

الجين	المصدر	الطراز والمنشأ
Dm - 1	Blondine	butter head – غير معروف الأصل
Dm -2	Meikoningen	butter head
Dm-3 , Dm-4	Gootte a' forcer type	فرنسى للزراعة فى الصوبات شتاء
Dm -5	L. serriola P.I. 167150	تركى
Dm-6	Grand Rapids	oak leaf
Dm-7	Romaine blonde lente a' monter	رومين – فرنسى
Dm-8	L. serriola P.I. 91532	روسى
Dm-9	Bourgiugnonne grosse blonde d'hiver	butter head – فرنسى للزراعة فى الصوبات شتاء
Dm-10	Sucrine	رومين

وأوضحت اختبارات Gustafsson (١٩٨٩) لأكثر من ٢٠٠ صنف وسلالة من الجنس Lactuca انخفاض درجة المقاومة – بشكل عام – فى كل من L. sativa ، و L. serriola ، ولكن مع وجود بعض السلالات المقاومة من النوع البرى ، وبعض الأصناف المقاومة من الخس ؛ مثل الصنفين : Saffier ، و Mariska . أما النوع L. saligna .. فقد كانت سلالاته خالية – تماماً – من الإصابة تحت ظروف الحقل .

وتدل دراسات Norwood & Crute (١٩٨٠) على وجود ارتباط قوى بين الجينات Dm-2 ، Dm-3 ، و Dm-6 ، مع عدم وجود أى ارتباط بين الجينين Dm-6 ، و Dm-8 .

وفى دراسة تالية لذلك .. اختبر Farrara & Michelmore (١٩٨٧) ٣٣٧ سلالة من الجنس Lactuca لمقاومة سلالتين من الفطر (هما Tv ، و CS9) قادرتين – معاً – على إحداث الإصابة بجميع المصادر المعروفة لمقاومة المرض . ويبين جدول (١١ -٣) تأثير هاتين السلالتين – مع سلالات أخرى – على مختلف مصادر المقاومة التى ذكرت من قبل باحثين مختلفين . وقد أوضحت الدراسة أن خمساً فقط من سلالات الخس المختبرة كانت مقاومة لكلتا السلالتين الفطريتين ؛ مما يدل على أنها – أى سلالات العائل الخمس – إما أن

تحتوى على جينات جديدة للمقاومة – وهو الأمر المحتمل – وإما أن يحتوى كل منها على أربعة جينات للمقاومة – على الأقل – من بين الجينات المعروفة ، وهو أمر قليل الاحتمال . ويبين جدول (١١ – ٤) تأثير عزلات الفطر الأخرى المبينة فى جدول (١١ – ٣) غير Tv ، و Csq على سلالات العائل الخمس .

ويذكر الباحثون أن إحدى هذه السلالات الخمس المبينة فى جدول (١١ – ٤) – وهى P.I. 491228 – لم تكن على المستوى المطلوب ؛ نظراً لأن مقاومتها كانت متوسطة ، وهو أمر غير مقبول فى محصول ورقى كالخس ، الذى ينبغى أن يكون خالياً – تماماً – من أى أثر للإصابة .

جدول (١١–٣) : تأثير مختلف سلالات (pathotypes) الفطر Bremia lactucae على إحداث الإصابة فى مختلف المصادر المعروفة للمقاومة (عن Farrara & Michelmore ١٩٨٧) .

السلالة أو العزلة	المصدر	التأثير على جين المقاومة Dm(١)												
		١	٢	٣	٤	٥/٨	٦	٧	١٠	١١	١٣	١٤	١٥	١٦
Tv	إنجلترا	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−	+
CS9	تشيكوسلوفاكيا	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−
SI	السويد	+	−	+	+	+	+	+	+	−	+	+	+	−
IM 25R7	إنجلترا	+	−	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C 83M47	كاليفورنيا	−	+	+	+	+	+	+	−	−	+	+	−	+
19c	كاليفورنيا	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−
SF 3	فنلندة	+	+	+	−	+	−	+	−	+	+	+	+	−
SF5	فنلندة	−	+	−	+	−	−	−	+	−	+	+	+	−
CG1	سويسرا	+	−	+	+	−	−	+	+	−	+	−	+	−
AM	أستراليا	+	−	+	+	+	−	+	+	−	+	−	−	−

(١) : + تحدث الإصابة ؛ أى إن العزلة viulent ، و – لاتحدث إصابة ؛ أى إن العزلة avirulent .

وقد ذكر Ilott وآخرون (١٩٨٨) أنه يُعرف ١٣ جيناً سائداً لمقاومة البياض الزغبى فى الخس بالإضافة إلى جينات أخرى لم يمكن التعرف عليها وتحديد علاقتها بالجينات الأخرى بعد . وتوفر جميع هذه الجينات مقاومة متخصصة ضد سلالات معينة

جدول (١١-٤): استجابة خمسة مصادر جديدة لمقاومة البياض الزغبى فى الجنس Lactuca لثمانى عزلات من الفطر ، من تلك المبينة فى جدول (١١-٣) .

السلالة	الاستجابة لعزلات الفطر (١)							
	SI	IM25R7	C83M47	19c	SF3	SF5	CG1	AM
UC 83US1	–	–	–	–	–	–	+	+
P.I.379354	–	+	–	+	–	+		
P.I.491178	–	–	+	–	+	–	–	–
P.I.491228	(+)	+	+		+		–	
P.I.491231	–	–	–	–	+		–	–

(١) : + قابل للإصابة ، و – مقاوم ، و (+) قابل للإصابة جزئياً .

من الفطر (race specific) ، وتخضع لنظرية الجين للجين gene for gene theory ، التى يمكن إيجازها فى أن كل جين للمقاومة فى العائل (Dm) يقابله – فى الطفيل – جين لعدم الضراوة avirulence (A) ؛ وبذا .. لايحدث توافق بين العائل والطفيل ، وتكون المحصلة عدم ظهور أعراض المرض ؛ أى يكون النبات مقاوماً . أما إذا تقابل جين المقاومة (Dm) مع جين للضراوة virulence فى الطفيل .. فإن الفطر يكون قادراً على إحداث المرض ؛ أى يصبح النبات قابلاً للإصابة بتلك السلالة من الفطر (جدول ١١-٥ ، عن Ryder ١٩٨٦) .

وتعد جميع جينات عدم الضراوة سائدة على جميع جينات الضراوة . وقد أوضحت دراسات Ilott وآخرين (١٩٨٩) أن جينات الضراوة – فى الطفيل – القادرة على التغلب على جينات معينة للمقاومة – فى العائل – توجد فى نفس المواقع الجينية ، بالرغم من اختلاف العزلات الفطرية فى المواقع الجغرافية التى جمعت منها .

وجدير بالذكر أن حالة عدم التوافق – التى تحدث بين أصناف وسلالات الخس المقاومة ، وسلالات الفطر غير القادرة على إصابتها – يكون مردها إلى فرط حساسية العائل . وقد أوضحت دراسات Maclean وآخرين (١٩٧٤) – على صنف الخس Avodefiance – أن سلالات الفطر غير المتوافقة معه (أى غير المتوافقة مع جينات المقاومة التى يحملها الصنف)

جدول (١١-٥) : عوامل الضراوة Virulence القادرة على التغلب على المقاومة التى توفرها مختلف جينات المقاومة Dm فى بعض أصناف الخس الأمريكية .

جين المقاومة (Dm)	الأصناف الحاملة له	سلالات الفطر (جينات الضراوة) التى : لايمكنها إحداث الإصابة	يمكنها إحداث الإصابة
صفر	Empire , Ithaca , White Boston	لاتوجد	جميعها
٥	Valmaine	١ - ٤ ، ٦ - ١١	٥
٦	Grand Rapids	١ - ٥ ، ٧ - ١١	٦
٧	Vanguard 75, Mesa 659	١ - ٦ ، ٨ - ١١	٧
٨	Valverde , Valrio , Valtemp	١ - ٧ ، ٩ -١١	٨
٧ + ٨	Salinas , Calmar , Montemar	١ - ٦ ، ٩ - ١١	٧ + ٨

تحدث موتاً سريعاً لكل الخلايا التى يخترقها الفطر ، وبرغم استمرار الفطر فى نموه لمدة ١٢ ساعة - فى مواجهة ما يقابله من مقاومة سلبية بموت خلايا العائل - إلا أنه يموت بدوره بعد ذلك ، وتصبح الإصابة محصورة فى بقع ميكروسكوبية المساحة ، لا تنتشر لأكثر من عدة خلايا .

ونظراً للسرعة التى تظهر بها سلالات فسيولوجية جديدة من الفطر - قادرة على كسر المقاومة - فإن الأمر يتطلب تغيير استراتيجية التربية للمقاومة ؛ حيث لا يمكن الاعتماد على المقاومة المتخصصة لفترات طويلة ، برغم ما قد يبذل من جهد لنقل جينات المقاومة من النوع L. serriola . ولتجنب تلك المشكلة .. فإن الجهود يجب أن توجه إلى مسارات أخرى للدراسة ؛ مثل :

١ - البحث عن مصادر للمقاومة الأفقية (غير المتخصصة) :

تعنى الاستعانة بالمقاومة الأفقية توقع حدوث درجات منخفضة من الإصابة بالفطر ، وربما لا يكون ذلك أمرا مقبولاً فى محصول كالخس ، كما أن هذا النوع من المقاومة غير متوفر - إلى الآن - على أية حالٍ .

٢ - الاستفادة من المقاومة التى تتوفر فى النوع L. saligna ، والتى يعتقد بأنها معقدة ، وأنه يتحكم فيها عدد من الجينات المتنحية .

ثانياً : البياض الدقيقى

يسبب الفطر Erysiphe cichoracearum مرض البياض الدقيقى فى الخس . وبرغم أن مقاومة الفطر لم تكتشف - فى مجموعتى أصناف خس الرؤوس ذى الأوراق النضرة السهلة التقصف Crisphead ، والخس الورقى Leaf Type ، إلا أنها وجدت فى بعض أصناف مجموعة خس الرؤوس ذى الأوراق الدهنية الملمس Butter head ؛ مثل : Big Boston ، و Arctic Ring ، كما وجدت كذلك فى صنف خس الرومين Bath Cross (عن Dixon ١٩٨١) . وبتقييم ٢٩ سلالة من خمسة أنواع برية من الجنس Lactuca .. وجد Lebeda (١٩٨٥) مقاومة للإصابة الطبيعية بالبياض الدقيقى فى الأنواع والسلالات التالية :

النوع	السلالات
L. serriola	P.I. 255665
L. saligna	LSA / 92 / 1 & LSA / 92 / 2
L. virosa	LVIR / 26 & LVIR 57 / 1
L. dentata	P.I. 234204

أما أصناف الخس التجارية ..فقد تراوحت إصابتها بين المتوسطة - كما فى الصنف Fila - والشديدة كما فى الصنف Hilde .

وقد اقترح Robinson وآخرون (١٩٨٣) أن يرمز بالرمز Pm إلى جين سائد مسئول عن مقاومة الفطر فى إحدى سلالات النوع L. serriola .

ثالثاً : تبقع أوراق استمفيللم :

يسبب الفطر Stemphyllium botryosum f. lactucum مرض تبقع أوراق استمفيللم Stemphyllium Leaf Spot فى الخس . ولا تتوفر المقاومة للخس فى أى من أصناف الخس التجارية ، إلا أنها وجدت فى عشيرة من النوع L. saligna . وبتهجين النباتات البرية المقاومة مع الخس .. وجد أن المقاومة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ، أحدهما سائد (وهو Sm-1) ، والآخر متنح (وهو sm-2) . (Netzer وآخرون ١٩٨٥) .

رابعاً : تبرقش الخس

يتوفر طرازان من المقاومة لفيرس تبرقش الخس فى الخس ؛ هما :

١ - مقاومة ترجع إلى منع انتقال الفيرس عن طريق البذور :

توجد هذه المقاومة فى الخس البرى ، وفى صنف الخس Chestnut Early Giant ، وهى ترتبط بصفات أخرى غير مرغوبة ؛ أهمها وجود شعيرات بالأوراق .

٢ - مقاومة ترجع إلى بطء تكاثر الفيرس وانتقاله فى النبات :

تتوفر هذه المقاومة فى أصناف كثيرة ؛ منها : Gallega ، و Fordhook ، وفى سلالات بدائية مصرية المنشأ هى : P.I. 251245 ، و P.I. 251246 ، و P.I. 251247 (Ryder ١٩٧٠) . يتكاثر الفيرس فى تلك الأصناف والسلالات ببطء ، ويتحرك فيها ببطء كذلك .

وقد أوضحت الدراسات الوراثية - التى أجريت على الصنفين Gallega ، و Ford-hook ، والسلالة P.I. 251245 - أن جيناً واحداً متنحياً يتحكم فى مقاومة الفيرس فيها جميعاً ، وقد أعطى هذا الجين الرمز mo (Ryder ١٩٧٠ أ) .

وقد أنتج فى عام ١٩٧٥ الصنف المقاوم Vanguard 75 - الذى كان أول الأصناف المقاومة - من مجموعة خس الرؤوس ذى الأوراق النضرة السهلة التقصف Crisphead (Ryder & Whitaker ١٩٨٠) .

وجدير بالذكر أن النباتات المقاومة تصاب بالفيرس ، إلا أنه يتكاثر ، وينتقل فيها ببطء ؛ مما يسمح بإعطاء محصول اقتصادى بالرغم من الإصابة . وتكون إصابة النباتات المقاومة جهازية ، إلا أن الأعراض تظهر على صورة بقع مصفرة ، ويكون ظهورها متأخرا بنحو ٥ -١٤ يوماً عن أعراض التبرقش التى تظهر على النباتات القابلة للإصابة . وتزيد نسبة النباتات " المقاومة " التى تبدو عليها أعراض الإصابة بالفيرس عند ارتفاع درجة الحرارة .

وبرغم أن الفيرس ينتقل عن طريق البذور فى كل من النباتات المقاومة ، والقابلة لإصابة .. إلا أن نسبة النباتات المصابة - التى ينتقل فيها الفيرس إلى البذور التى تنتجها تلك النباتات - تنخفض إلى ٩ ٪ فقط من النباتات " المقاومة " المصابة ؛ مقارنة بنحو ٨٤ ٪ فى النباتات غير المقاومة . كذلك تنخفض نسبة البذور المصابة المنتجة

على نباتات " مقاومة " مصابة إلى ٤٩ ٪ ؛ مقارنة بنحو ٤ ر٣ ٪ فى النباتات غير المقاومة المصابة (عن Ryder ١٩٧٩) .

تجرى اختبارات التقييم لمقاومة الفيرس بتربية حشرة مَنّ الخوخ الأخضر Myzus persica (ناقل الفيرس) على نباتات الفجل ، وإكسابها الفيرس ؛ بالسماح لها بالتغذية على نباتات خس مصابة لمدة نحو خمس ساعات . يلى ذلك .. قطع أوراق الخس المصابة ، بما عليها من مَنّ - ونثرها على بادرات النباتات التى يراد اختبارها . وفى صباح اليوم التالى .. ترش النباتات بسلفات النيكوتين ، ثم تنقل إلى الصوبة ؛ حيث ترش هناك - مرة أخرى - بمبيد جهازى ضد المن (Ryder ١٩٧٠) . وتظهر الأعراض على النباتات القابلة للإصابة بعد نحو ١٠ - ١٤ يوماً .

خامساً : فيرس تبرقش الخيار

وجدت المقاومة لفيرس تبرقش الخيار فى سلالة L. saligna رقم P.I. 261653 البرتغالية المنشأ ، وتبين - من تهجين تلك السلالة مع الخس - أن المقاومة سائدة . وقد وجد أن المقاومة كانت ضد سلالة معينة من الفيرس (تسبب تبرقشاً شديداً بأوراق الخس) ، بينما أصيبت نفس سلالة الخس البرية (P.I. 261653) - بسهولة - بسلالة أخرى من الفيرس (Provvidenti وآخرون ١٩٨٠) .

سادساً : فيرس اصفرار الخس المعدى

تؤدى الإصابة بفيرس اصفرار الخس المعدى Lettuce Infectious Yellows Virus إلى تقزم نباتات الخس ، وظهور التفاف بالأوراق ، مع اصفرار واحمرار وشفافية بالعروق ، كما تتقصف الأوراق المصابة بسهولة . وتظهر - كذلك - بقع متحللة عند حواف الأوراق أو قريباً منها .

يصيب فيرس اصفرار الخس المعدى Lettuce Infectious Yellows Virus الخس ضمن ٤٥ نوعاً نباتياً ؛ منها : القاوون ، والبطيخ ، والخيار ، والكوسة . وقد قيم McCreight (١٩٨٧) ٨٢ سلالة من الجنس Lactuca (منها ٥٠ سلالة من L. serriola ، و ٢٥ من L. saligna ، و ٧ سلالات من L. virosa) لمقاومة الفيرس ، وعثر على المقاومة

فى ١٥ سلالة من L. saligna ، بينما وجدت جميع السلالات المختبرة الأخرى قابلة للإصابة.

ونظراً للسهولة التى يُلَقّح بها L. saligna مع الخس ؛ لذا .. فإن من الممكن نقل مقاومته إلى الأصناف التجارية . وقد تبين أن إحدى سلالات L. saligna المقاومة للفيرس – وهى P.I. 261653 – تتميز كذلك بمقاومتها لمرض سقوط اسكليروتينيا Lettuce droop (الذى يسببه الفطر Sclerotinia minor) ، وفيرس تبرقش الخيار ، وفيرس تبرقش اللفت ، وحشرة Cabbage Looper (Trichoplusia ni) .

هذا .. وكانت دراسة سابقة (McCreight وآخرون ١٩٨٦) قد أوضحت وجود اختلافات بين أصناف وسلالات الخس – من حيث قدرتها على تحمل الإصابة بالفيرس – إلا أن جميع الأصناف والسلالات المختبرة وجدت قابلة للإصابة ، وكان الصنف Climax أقواها نموا ، وأكثرها قدرة على تحمل الإصابة .

سابعاً : مسبب العرق الكبير

تختلف أصناف الخس فى مدى حساسيتها ، أو قدرتها على تحمل الإصابة بمسبب العرق الكبير Lettuce Big Vein Virus ، فيعتبر الصنف Great Lakes 65 شديد القابلية للإصابة ، بينما يعد الصنف Calmar قادراً على تحمل الإصابة . ومن الجيرمبلازم المقاوم : الصنف Merit (وهو من مجموعة الـ Crisphead) ، وسلالة التربية 136-72 عن Ryder & Wlitaker ١٩٨٠) ، والصنفان Sea Green ، و Thompson (Ryder ١٩٨٦) . وينتقل مسبب المرض – الذى لاتعرف حقيقته – بواسطة الفطر Olpidium brassicae الذى يتطفل على الجذور .

ثامناً : فيرس تبرقش اللفت

تعد معظم أصناف الخس مقاومة لفيرس تبرقش اللفت Turnip Mosaic Virus ، ولكن القابلية للإصابة نقلت – عن غير عمد – إلى الخس من إحدى سلالات L. serriola أثناء نقل أحد جينات المقاومة للبياض الزغبى من النوع البرى إلى الخس ؛ حيث كان جين مقاومة المرض مرتبطاً – بشدة – بجين القابلية للإصابة بالفيرس ؛ مما أدى إلى نقلهما معاً .

وقد اختبر Zink & Duffus (١٩٧٥) عدداً كبيراً من أصناف الخس لمقاومة كل من

مرض البياض الزغبى وفيرس تبرقش اللفت ، وتوصلا إلى النتائج التالية :

١ – كانت الأصناف التالية مقاومة للبياض الزغبى وقابلة للإصابة بفيرس تبرقش اللفت (وجميعها من مجموعة أصناف الـ Crisphead) :

Calicel	Calmar	Calmaria
E - 4	Imperial 410	Imperial Triumph
Montemar	Monterey	Valrio
Valtemp	Valverde	

٢ – كـان الصنف Avoncrisp (وهو من مجموعة أصناف الـ Crisphead كذلك) مقاوما لكل من البياض الزغبى والفيرس .

٣ – كذلك كانت الأصناف التالية مقاومة لكل من البياض الزغبى، وفيرس تبرقش اللفت :

عدد الأصناف	مجموعة الأصناف	أمثلة للأصناف
٢٧	butter head type	May King و Meikoningen و Ventura
٢	leaf type	Red Salad Bowl و Salad Trim
١	romaine type	Valmaine

ويعتقد أن مصدر القابلية للإصابة بفيرس تبرقش اللفت هو سلالة L. serriola رقم P.I. 91532 ، وهى إحدى السلالات التى نقلت منها صفة المقاومة للبياض الزغبى . وقد تبين – لدى اختبار عدد من سلالات L. serriola لكل من مرضى البياض الزغبى وفيرس تبرقش الفت – أن بعض السلالات كانت مقاومة لكليهما ، وبعضهما كانت مقاومة لأحدهما وقابلة للإصابة بالآخر ، لكن لم يعثر على سلالات قابلة للإصابة بكليهما .

وأوضحت الدراسات الوراثية أن المقاومة لكلا المرضين بسيطة وسائدة ، وأن الجينين يرتبط كل منهما بالآخر فى نظام تنافرى ، وقدرت المسافة بينهما بنحو ١٢٫٥ ±١٫٦ وحدة عبور (Zink & Duffus ١٩٧٠) .

تاسعاً : المن

يصاب الخس بعدة أنواع من المن . وتؤدى الإصابة - حتى وإن كانت طفيفة - إلى فقد القيمة الاقتصادية للمحصول ؛ بسبب كونه محصولاً ورقياً يستهلك طازجاً ؛ ولأنها تنقل إليه الإصابات الفيروسية ؛ ولذا .. فقد حظيت دراسات التربية لمقاومة شتى أنواع المن فى الخس باهتمام مربى النبات .

ومن تلك الأنواع .. مَنّ الخوخ الأخضر Myzus persicae ، الذى وجد Eenink وآخرون (١٩٨٤) أنه من الممكن تقييم أصناف وسلالات الخس لمقاومته ؛ بحساب عدد نقاط الإفراز السكرى honydew droplets التى تفرزها حشرة المن أثناء تغذيتها لمدة ١٨٠ ساعة ، مع التحكم فى درجة الحرارة . وقد اكتشفت مصادر لمقاومة الحشرة ، كانت المقاومة فى بعضها كمية ، وفى بعضها الآخر بسيطة . كما تبين وجود اختلافات بين سلالات الحشرة فى ضراوتها على الخس ، إلا أنه لم تكتشف المقاومة التامة فى أى من أصناف الخس لدى اختبار ٦٤٥ صنفاً منها ؛ حيث وجدت مقاومة جزئية فقط فى عدد منها . وقد أجرى Reinink وآخرون (١٩٨٨) تلقيحات بين ست من هذه السلالات ذات المقاومة الجزئية، وحصلوا - فى الجيل الثالث لأحد التلقيحات - على سلالة تميزت بقدرتها على خفض تكاثر المن عليها .

كذلك وجد الباحثون (Reinink وآخرون ١٩٨٩) ازدياداً فى الاختلافات بين سلالات الخس فى مقاومتها للحشرة ، مع زيادة ضراوة سلالات المن المستخدمة فى التقييم ، وكانت سلالات الخس المقاومة لسلالات المن العالية الضراوة مقاومة - كذلك - للسلالات الأقل منها ضراوة .

كذلك تمكن Eenink وآخرون (١٩٨٢) من نقل المقاومة لمنّ الأوراق Nasonovia ribisnigri من النوع L. virosa إلى الخس باستعمال L. serriola كنوع قنطرى ، ووجدوا أن تلك المقاومة سائدة ، ويتحكم فيها جين واحد أعطى الرمز Nr .

وجدير بالذكر أن الانتخاب لمقاومة من الخوخ الأخضر لا يكسب النباتات مقاومة ضد من الأوراق ، إلا أن النباتات المقاومة لمن الأوراق تكون ذات مقاومة جزئية لمن الخوخ الأخضر .

كذلك تتوفر المقاومة لنوع المن Macrosiphum euphorbiae فى الصنفين Taiwan ، وRavel ، إلا أنهما يصابان بكل مِنْ : مَنّ الخوخ الأخضر ومن الأوراق . ومع ذلك .. فإن السلالات المنتخبة لمقاومة مـن الخوخ الأخضر تظهر مقاومة جزئية للنوع M. euphorbiae (Reinink & Dieleman ١٩٨٩) .

ويعتبر مَنّ الجنور Pemphigus bursarius من آفات الخس الخطيرة فى إنجلترا ، وشمال أوروبا ، والولايات المتحدة ، حيث ينتقل المن - فى تلك المناطق - من نباتات الحور poplar إلى الخس فى الربيع ، ليصيب الجذور ، ويسبب ذبول النباتات ، وموتها فى الإصابات الشديدة .

وقد تبين أن بعض أصناف الخس - التى أنتجت بغرض مقاومة مرض البياض الزغبى - كانت مقاومة كذلك لحشرة مَنّ الجذور ، كما فى الصنفين Avoncrisp ، وAvondefiance اللذين يحتويان على جين المقاومة للبياض الزغبى Dm-6 ؛ ويرجع أصلهما إلى سلالة الخس M- 45634 Imperial المقاومة للمن ، التى أنتجت فى كاليفورنيا ، واستمدت مقاومتها من سلالة روسية من النوع L. serriola . ومن الواضح أن مقاومة كل مِنْ مَنّ الجذور والبياض الزغبى قد انتقلت من السلالة البرية إلى الصنفين ؛ مروراً بسلالة التربية دون الانتخاب - عن قصد - لمقاومة المن ؛ مما يدل على وجود ارتباط بين الصفتين .

كذلك تبين أن جميع الأصناف المقاومة لمن الجذور كانت - كذلك - تحتوى على الجين Dm-6 لمقاومة البياض الزغبى (Crute & Dunn ١٩٨٠) . ولقد وجدت المقاومة للمن - أيضاً - فى كل من النوعين L. virosa ، و L. saligna . ويتحكم فى مقاومة مَنّ الجذور عوامل وراثية ، وأخرى سيتوبلازمية (Russell ١٩٧٨) .

تربية الخرشوف

يعرف الخرشوف فى الإنجليزية باسم Artichoke ، أو Globe Artichoke . وقد اشتق الاسم الإنجليزى من كلمتين عربيتين ؛ هما " أرض شوك " ، ومنهما اشتق الاسم العربى خرشوف . وهو أحد محاصيل الخضر المهمة التى تتبع العائلة المركبة ، واسمه

العلمى .Cynara scolymus L .

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن موطن الخرشوف هو وسط وغرب حوض البحر الأبيض المتوسط ، ونقل منها إلى مصر وغيرها من دول الشرق منذ نحو ٢٠٠٠ - ٢٥٠٠ سنة . ومن الممكن أن تكون الطرز التى استعملها الرومان والإغريق من الكاردون ، وهو أقرب أنواع الجنس Cynara إلى الخرشوف .

ويعتبر بعض الباحثين أن الخرشوف طرازاً منزرعاً من الكاردون . ولمزيد من التفاصيل عن تاريخ زراعة الخرشوف .. يراجع Ryder وآخرون (١٩٨٣) .

السيتولوجى ، والأنواع القريبة ، والهجن النوعية

إن الخرشوف نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٣٤ كروموسوما (Smith ١٩٧٦) . وتعرف ثلاثة أنواع برية قريبة من الخرشوف ، وتنتشر فى منطقة حوض البحر المتوسط ؛ وهى كمايلى :

١ - الكاردون البرى .C. cardunculus L ، وهو ينتشر فى وسط وغرب حوض البحر الأبيض المتوسط ، ويزرع الكاردون كمحصول خضر فى بعض المناطق ؛ حيث تؤكل منه الجذور وعروق الأوراق .

٢ - النوع .C. sibthropiana Boiss et Heds ، وهو ينتشر فى جزر بحر إيجة .

٣ - النوع C. syriaca Boiss ، وهو ينتشر فى جنوب تركيا ، وسوريا ، ولبنان ، وفلسطين .

ينجح التهجين بين الخرشوف وكل من النوعين الأول والثانى ، أما العلاقة مع النوع الثالث .. فليست واضحة .

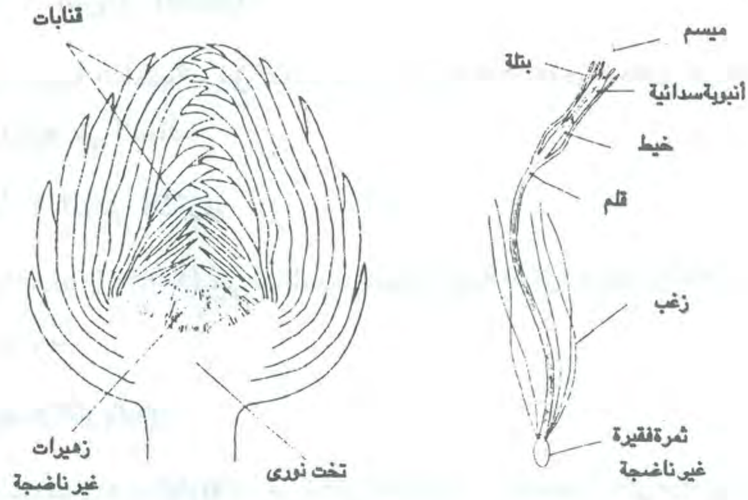
أسس التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

أولاً : الأزهار والتلقيح

نورة الخرشوف هامة (أو رأس Head) كبيرة الحجم ، ذات حامل سميك . ويتكون

بالنبات الواحد من ٢٥ - ٥٠ نورة فى نهاية الحامل النورى وتفرعاته . يتراوح قطر النورة من ٣ إلى ١٠ سم ، وتكون محاطة ومغطاة - تماماً - بعدد كبير من قنابات نورية ، ذات قواعد لحمية مرتبة فى محيطات تغلف الأزهار النامية على التخت النورى اللحمى .

تحتوى كل نورة على عدد كبير من الأزهار القرمزية اللون . ولكل زهرة تويج أنبوبى مفصص من أعلى إلى خمسة فصوص . وقلم الزهرة طويل ، يمتد خارج التويج . ويبين شكل (١١ - ٤) تفاصيل تركيب نورة وزهرة الخرشوف .



شكل (١١-٤) : تركيب نورة ، وزهرة الخرشوف (عن Ryder وآخرين ١٩٨٣) .

تتفتح أزهار النورة الواحدة من الخارج نحو الداخل centripetally . ومع تفتح الزهرة .. يبدأ الميسم فى الاستطالة ، ويأخذ معه حبوب اللقاح من السطح الداخلى للأنبوبة المتكية. وبرغم أن حبوب اللقاح تنبت فى الحال .. إلا أن المياسم لا تكون مستعدة للتلقيح إلا بعد مرور ٥ - ٧ أيام أخرى ؛ ويعنى ذلك استحالة حدوث التلقيح الذاتى لنفس الزهرة ، وإن كان من الممكن حدوثه بين الأزهار المختلفة فى نفس النورة ؛ حيث يمكن لحبوب لقاح الأزهار الداخلية أن تنمو على مياسم الأزهار الخارجية التى تكون قد سبقتها فى التفتح بنحوه ٥ - ٧ أيام . هذا .. وتحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لمدة ٤ - ٥ أيام ؛ مما يسهل إجراء التلقيح

الذاتى بواسطة مربى النبات . ولكن التلقيح الطبيعى فى الخرشوف يكون خلطياً . وتنتقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى ، إما نتيجة لاهتزاز النورات بفعل الرياح ، وإما بواسطة الحشرات التى تزور نورات الخرشوف بكثرة (Ryder وآخرون ١٩٨٣) .

ثانياً : الثمار والبذور

ثمرة الخرشوف برة سميكة ناعمة الملمس ، لونها مبرقش بالبنى والرمادى ، وتحتوى على بذرة واحدة .

ثالثاً : التربية الداخلية

تؤدى التربية الداخلية - فى الخرشوف - إلى حدوث بعض التدهور فى قوة النمو ، يتوقف مقداره على الصنف .

رابعاً : العقم الذكرى

عثر Principle (١٩٨٤) على نباتات خرشوف عقيمة الذكر ، ووجد أن تلك الصفة كانت بسيطة ومتنحية .

التربية للإكثار بالبذور

كان استعمال هذه الطريقة - فى تكاثر الخرشوف - مقصوراً على برامج تربية النبات لإنتاج أصناف جديدة ، إلا أن كثيراً من الدراسات تجرى - حالياً - لإنتاج صنف جديد يمكن إكثاره بالبذور . ففى فرنسا .. أدت التربية الداخلية (أى تلقيح الخرشوف ذاتياً) إلى عزل ست سلالات على درجة كافية من التجانس الوراثى ، وكان محصولها مقبولاً - كماً ، ونوعاً - إلا أن سلالة واحدة منها فقط هى التى كانت مبكرة بدرجة تسمح بزراعتها تجارياً ، كما كانت جميع السلالات ذات نورات ثانوية صغيرة بدرجة غير مقبولة (عن Ryder وآخرين ١٩٨٣) .

وقد تمكن Basnitzki & Zohary (١٩٨٧) من إنتاج صنف جديد من الخرشوف يكثر بالبذرة ، أطلق عليه تالبيوت Talpiot . وقد بدأ برنامج التربية لإنتاج هذا الصنف بإخضاع أحد الأصناف الإيطالية للتربية الداخلية لمدة ٣ أجيال ، ثم أنتخب أحد النباتات القوية

المنعزلة ، واستمر إخضاعه للتربية الداخلية حتى الجيل الخامس . ويتميز هذا الصنف بأن نوراته خضراء ، وكروية ، وبأنه ذو تخت سميك . وهو متأخر النضج ، ويصلح للاستهلاك الطازج ، والتصنيع ، ويعتبر متجانساً بدرجة كافية ، ولكن تظهر فيه - بين الحين والآخر - نباتات مخالفة فى صفات الصنف . ويتراوح محصول الهتكار (الهتكار = ٢٫٣٨ فداناً) من ١٣ - ١٦ طنا ، وهو لا يختلف فى هذا الشأن عن الأصناف التجارية التى تكثر خضرياً .

تربية الجزر

يعتبر الجزر أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الخيمية Umbelliferae . ويعرف الجزر فى الإنجليزية باسم Carrot ، ويسمى – علمياً – .Daucus carota L. subsp sativus (Hoffm.) Thell. .

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن الجزر نشأ فى وسط آسيا فى المنطقة التى تشمل الهند ، وأفغانستان ، وشرق الاتحاد السوفيتى ، وأن له مناطق نشوء أخرى ثانوية فى الشرق الأدنى . وقد انتقل الجزر الأحمر والأصفر من تلك المناطق حتى أوروبا غربا ، والصين شرقاً . ومن المعروف أن بذور الجزر قد استخدمت كعشب طبى بواسطة الإغريق ، والرومان . ويبدو أن الجزر البرتقالى نشأ كطفرة من الجزر الأصفر ، وأنه زرع لأول مرة فى هولندا (.Asgrow Seed Co ١٩٧٧ ، Peterson & Simon ١٩٨٦) . ولمزيد من التفاصيل عن تاريخ زراعة الجزر .. يراجع Hedrick (١٩١٩) .

السيتولوجى . والطرز البرية . والأنواع القريبة

إن الجزر نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ١٨ كروموسوماً ، ويوجد فيه – إلى جانب الطراز المستخدم فى الزراعة – ثمانية طرز برية ، موزعة على ثمانية تحت أنواع كمايلى :

تحت النوع Subspecies	مناطق تواجده برياً
Daucus carota ssp. carota	أهم الطرز البرية . واسع الانتشار فى أوروبا وجنوب غربى آسيا
D. carota ssp. maxima	البحر الأبيض المتوسط ، وشرقاً حتى إيران
D. carota ssp. gummifera	الجزء الغربى من حوض البحر الأبيض المتوسط
D. carota ssp. hispanicus	الجزء الغربى من حوض البحر الأبيض المتوسط
D. carota ssp. maritimus	الجزء الغربى من حوض البحر الأبيض المتوسط
D. carota ssp. major	البلقان
D. carota ssp. commutatis	الجزء الغربى من حوض البحر الأبيض المتوسط

يتبع الجزر ذو الجذور الحمراء اللون تحت النوع D. carota ssp. carota ، ويعتقد أنه الأصلى البرى للجزر المزروع ، ويُلَقَّح معه بسهولة ، كما يحتمل أن يُلَقَّح الجزر المزروع مع كل الطرز البرية الأخرى (Banga ١٩٧٦) .

وقد عرف نحو ٢٠ جيناً فى الجزر ، لكن لم تحدد به أية مجاميع ارتباطية .

هذا .. ويحتوى الجنس Carota على ٢٢ نوعا ، يوجد بها إما ١١ زوجاً ، أو ١٠ أزواج من الكروموسومات ، كما يحتوى على نوعين آخرين يوجد بكل منهما ٩ أزواج من الكروموسومات .

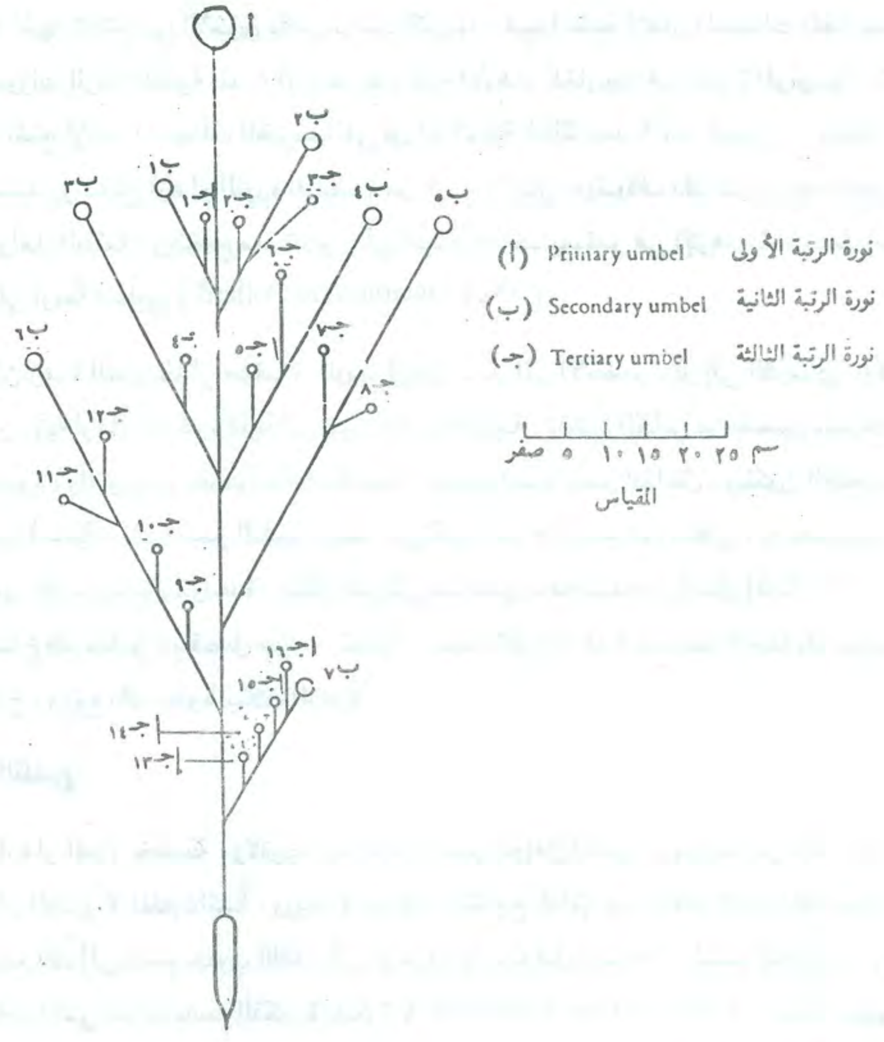
وقد أمكن التهجين بين الجزر المزروع والنوع D. capillifolius (عن Peterson & Simon ١٩٨٦) .

أساسيات التربية وتداول المحصول لأغراض التربية

النورات والأزهار

تسمى نورة الجزر " رأس " head وهى نورة خيمية umbel . ويحمل النبات نورة رئيسية واحدة primary umbel فى قمة الساق الرئيسية ، كما يحمل عددا من نورات الرتبة الثانية Secondary order umbels ، توجد كل منها فى نهاية أحد الأفرع الرئيسية . وقد يحمل

النبات عدداً من نورات الرتبتين : الثالثة والرابعة ، توجد كل منهما فى نهاية أحد الأفرع الثانوية . وقد وجد – فى دراسة أجريت على الصنف شانتناى Chantenay – أن النبات الواحد يحمل – إلى جانب النورة الرئيسية الأولية – من ١٢ – ١٥ نورة رتبة ثانية ، و ٣٦ – ٥٣ نورة رتبة ثالثة ، و١٣ – ٤٢ نورة رتبة رابعة (شكل ١٢ – ١) .



شكل (١٢–١) : وضع وترتيب الرتب المختلفة لنورات الجزر (عن George ١٩٨٥) .

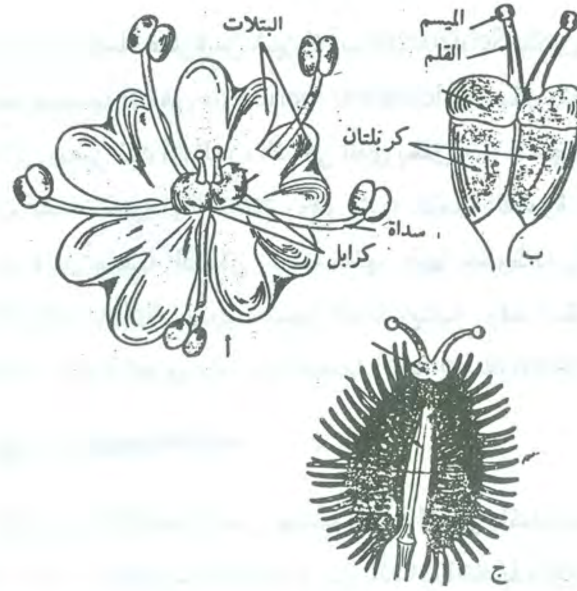
يبلغ قطر النورة الرئيسية ١٢٫٥ – ١٥سم ، ويقل قطر النورة تدريجيا فى الرتب التالية؛ لدرجة أن نورات الرتبة الرابعة ربما لا يوجد بكل منها سوى عدد محدود من الأزهار .

إن أولى الأزهار فى التفتح هى تلك التى توجد بحواف النورة الأولية ، تليها فى التفتح بقية أزهار هذه النورة بصورة تدريجية ؛ أى تكون الأزهار التى توجد فى مركز النورة أصغر عمراً من تلك التى توجد حول حافتها . ويتكرر الأمر نفسه بالنسبة للنورات الأخرى ، علماً بأنها تتفتح هى الأخرى بنفس ترتيب تكوينها ؛ فيبدأ تفتح أزهار المحيطات الخارجية فى نورات الرتبة الثانية بعد ٨ أيام من بدء تفتح الأزهار الخارجية فى النورة الرئيسية ، ثم يبدأ تفتح أزهار المحيطات الخارجية فى نورات الرتبة الثالثة بعد ٩ أيام أخرى ... وهكذا . ويستغرق تفتح أزهار النورة الواحدة من ٧ – ١٠ أيام ، ويتوقف ذلك على حجم النورة والعوامل البيئية . ويتضح مما تقدم .. أن النبات الواحد يستمر فى الإزهار لمدة تصل إلى حوالى أربعة أسابيع (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

إن زهرة الجزر خنثى صغيرة ، لونها أبيض مائل إلى الأخضر ، أو إلى القرمزى . وقد يمكن رؤية أزهار مذكرة قليلة فى غير النورة الأولية . تتكون الكأس من خمس سبلات صغيرة ، والتويج من خمس بتلات ملتحمة ، وتتجه قمتها نحو الداخل ، ويتكون الطلع من خمس أسدية ، تتجه نحو الداخل أيضا ، ويتكون المتاع من مبيض سفلى ، به حجرتان ، تتكون بكل منهما بذرة واحدة ، وتظل البذرتان متصلتين ببعضيهما من أسفل (شكل ١٢-٢). وللمتاع قلم منشق ، ينفصل جزآه – تماماً – عندما تكون الزهرة مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح ، ويتبع ذلك سقوط بتلات الزهرة .

التلقيح

أزهار الجزر خصبة ، ولاتوجد بها ظاهرة عدم التوافق الذاتى . وبالرغم من ذلك .. فإن أزهار الجزر لا تلقح ذاتياً ، وربما لا يحدث التلقيح الذاتى بين أزهار النورة الواحدة . ويرجع ذلك إلى نضج حبوب اللقاح فى الزهرة الواحدة قبل استعداد الميسم للتلقيح ، وهى الظاهرة التى تعرف باسم الذكورة المبكرة protandary (Banga ١٩٧٦) . فتنتثر حبوب اللقاح فى الزهرة الواحدة على مدى ٢٤ – ٤٨ ساعة ، ويبدأ استعداد الميسم للتلقيح فى اليوم الثالث من تفتح الزهرة ، ويستمر لمدة أسبوع أو أكثر ؛ ولهذا السبب .. فإن التلقيح



شكل (١٢-٢) : تركيب زهرة وثمرة الجزر : (أ) الزهرة ، (ب) كربلتان ، (جـ) الثمرة الناضجة (عن Weier وآخرين ١٩٧٤) .

فى الجزر خلطى ، ويتم بواسطة الحشرات خاصة النحل . تحتوى أزهار الجزر على الرحيق بوفرة فى غدد على السطح العلوى للمبيض . هذا .. إلى جانب أن حبوب لقاح الجزر تعد جذابة لعديد من الحشرات . وقد وجد أن أزهار الجزر يزورها ٣٣٤ نوعاً من الحشرات من ٧١ عائلة . وتبلغ نسبة التلقيح الخلطى فى الجزر أكثر من ٩٥ ٪ .

تلعب حشرة النحل دوراً مهماً فى زيادة محصول البنور ، وتعد أهم الحشرات الملقحة ، ويلزم توفيرها فى حقول إنتاج البنور بأعداد كبيرة ؛ بحيث لاتقل كثافتها عن ١٠ حشرات لكل متر مربع من الحقل (McGregor ١٩٧٦) . هذا .. وتسقط بتلات الأزهار الخصبة بمجرد بدء استعداد مياسمها للتلقيح . أما بتلات الأزهار العقيمة الذكر ، والتى يتحول فيها الطلع إلى بتلات .. فإنها تبقى حتى اكتمال نضج البنور (Peterson & Simon ١٩٨٦) .

إن ثمرة الجزر الكاملة عبارة عن شيزوكارب Schizocarp يتكون من اثنتين من أنصاف الثمار المرتبطة ببعضها البعض indehiscent mericarps ، بكل منهما بذرة حقيقية واحدة (شكل ١٢-٢) . ويعنى ذلك أن الجزء النباتى الذى يطلق عليه - مجازاً - اسم " البذرة " هو فى واقع الأمر نصف ثمرة mericarp ، وهو يشبه الثمرة الفقيرة achene. وتكون البذور مسطحة - عادة من جانبها الداخلى ، بينما تظهر عليها خطوط بارزة من جانبها الخارجى، وتبرز منها أشواك Spines ، وتوجد بينها قنوات زيتية . وقد أمكن التخلص من أشواك البذور بمعاملات خاصة تجرى عند استخلاصها (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

طريقة إجراء التلقيحات الذاتية

تجرى التلقيحات الذاتية فى الجزر بوضع النبات المزهر بأكمله تحت كيس قماشى cage عازل للحشرات ، ويوضع بداخلها عدد من الذباب النظيف الخالى من حبوب اللقاح الغريبة ، علماً بأنه لا يجدى عزل نورات مفردة ؛ لأن جميع متوك النورة الواحدة تتفتح وتنتثر حبوب لقاحها قبل استعداد أى من مياسمها للتلقيح . هذا .. بينما يقوم الذباب - فى الحالة الأولى - بنقل حبوب اللقاح من الأزهار الحديثة التفتح إلى الأزهار التى سبقتها فى التفتح ، والتى تكون مياسمها قد استعدت لاستقبال حبوب اللقاح .

يثبت الكيس القماشى العازل على هيكل سلكى أسطوانى الشكل ، يبلغ نحو ٢٥ سم طولاً ، و ٢٥ سم قطراً ، ويثبت الهيكل ذاته فى الأرض بسلك يبلغ طوله نحو ٩٠ سم ، ويمكن - عن طريق ثنى السلك - التحكم فى طوله ؛ لتوجيه الهيكل السلكى نحو النورات المرغوبة . ويربط القماش من أعلى الهيكل السلكى ؛ حتى يمكن فتحه عند الضرورة (عبد العال ١٩٦٤) .

طرق إجراء التلقيحات

تجرى التلقيحات فى الجزر كمايلى :

١ - تكييس نورات فردية داخل أكياس من الشاش أو القماش ، وتترك عدة أيام إلى أن يتفتح أكبر عدد من أزهارها .

٢ – يدخل فى الكيس إحدى النورات التى بدأت فى التفتح من السلالة المستخدمة كأب ، مع غمر قاعدة حامل النورة فى زجاجة بها ماء .

٣ – يدخل مع النورتين فى الكيس القماشى عدد من الذباب الحديث الفقس ؛ للقيام بعملية التلقيح .

هذا .. وتقل فرصة حدوث التلقيح الذاتى عند اتباع هذه الطريقة ؛ بسبب وجود ظاهرة نضج حبوب اللقاح قبل استعداد المياسم للتلقيح (Poole ١٩٣٧) . ويمكن تمييز النباتات التى تنتج من التلقيح الذاتى – عند اتباع هذه الطريقة – لأنها تكون أضعف نموا ، وأصغر حجما من النباتات الهجين ، كما تختلف عنها فى الصفات المورفولوجية العامة كذلك .

ويقترح Peterson & Simon (١٩٨٦) – عند إجراء الدراسات الوراثية – خصى نباتات الأمهات ؛ باختيار إحدى النورات ، وإزالة متوك أزهار المحيطات الخارجية التى توجد بها بمجرد تفتحها ، ثم إزالة كل الأزهار التى لم يتم خصيها ، وهى التى توجد فى مركز النورة ، وكذلك إزالة النورات الأخرى التى توجد على النبات ، ويلى ذلك تكييس النبات، مع إدخال نورة من سلالة الأب ، وبعض الذباب النظيف داخل الكيس ؛ لإتمام عملية التلقيح .

إنتاج الهجن التجارية

تؤدى التربية الداخلية فى الجزر إلى حدوث نقص شديد فى قوة النمو إلى درجة يصعب معها إكثار السلالات المرباة داخليا بعد خمسة أجيال من التلقيح الذاتى . ولايصاحب التربية الداخلية ظهور أية انعزالات مخالفة فى لون الجذور أو طعمها (عن Whitaker وآخرين ١٩٧٠) .

ويعتبر الجزر من المحاصيل الخلطية التلقيح التى تظهر قوة الهجين بوضوح ، والتى تكثر فيها الأصناف الهجين ، وتفيد فترة إزهاره الطويلة فى تسهيل عملية إنتاج البذرة الهجين ، التى تقوم فيها الحشرات الملقحة – خاصة نحل العسل – بدور هام فى نقل حبوب اللقاح من سلالات الآباء إلى سلالات الأمهات .

يستخدم – عند إنتاج الهجن – سلالات أمهات عقيمة الذكر ، وتزرع فى خطوط –

بالتبادل مع سلالات الآباء الخصبة الذكر – بنسبة ٦ : ٢ ، أو ٨ : ٢ على التوالى . ويلزم – حينئذ – توفير حشرات ملقحة تهتم بجمع الرحيق فقط – دون حبوب اللقاح – لكى يكون انتقالها عشوائياً بين السلالتين العقيمة والخصبة الذكر ؛ لإحداث التلقيح الخلطى المرغوب فيه بينهما (عن McGregor ١٩٧٦) .

وتتوفر عدة مصادر للعقم الذكرى فى الجزر – فى كل من الجزر المزروع والجزر البرى – وتوجد الظاهرة على صورتين ، تندرج كلتاهما تحت العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى ، وهما كمايلى :

١ – عقم حبة اللقاح أو المتك البنية Brown Anther :

تتدهور المتوك – فى هذا النوع من العقم الذكرى – وتذبل قبل تفتح الزهرة ، وهى تتوفر فى عدة أصناف تجارية ؛ مثل الأصناف Tendersweet ، وAmsterdam Forcing ، وFlakee ، و Nantes ، و Vertau ، و Grelot ، وفى مصدرين آخرين – على الأقل – من الجزر البرى .

يختلف الباحثون حول وراثة صفة عقم حبة اللقاح ، ولكن معظمهم يجمع على أن هذه الصفة معقدة وسائدة (Peterson & Simon ١٩٨٦) .

وقد ذكر أن حالة العقم الذكرى فى صنف الجزر Amsterdam Forcing يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية ؛ أحدهما سائد ، والآخر متنح ، وأنهما يتفاعلان مع عامل سيتوبلازمى ، ومع زوجين آخرين من العوامل الوراثية النووية التى تعيد حالة الخصوبة (Restorer Genes) للنباتات العقيمة الذكر (عن Whitaker وآخرين ١٩٧٠) .

وقد أعطيت الجينات المسئولة عن إدامة حالة العقم الذكرى Maintenance of Male Sterility الرموز MS-1 ، و MS-2 ، و MS-3 (توجد فى الصنف Tendersweet) ، وMS-4 ، و ms-5 (يوجدان فى الأصناف : Imperator 58 ، و Tendersweet ، وفى السلالة P.I. 169486) .

٢ - تحول الأسدية إلى بتلات Petaloidy :

يتوفر هذا النوع من العقم الذكرى فى سيتوبلازم الجزر البرى ، ويتحكم فيه عاملان وراثيان نوويان (١٥ خصباً : ١ عقيماً فى الجيل الثانى) . تتحول الأسدية - فى هذا الطراز - من العقم الذكرى إلى بتلات تختلف فى الشكل من مجرد تراكيب خيطية ، إلى بتلات ملعقية الشكل (Eisa وآخرون ١٩٦٩) . تبقى هذه الأسدية المتحورة إلى بتلات لحين نضج البذور ، بينما تسقط بتلات الزهرة الأصلية بعد وقت قصير من استعداد المياسم للتلقيح . ويعد هذا الطراز من العقم الذكرى أكثر استخداما فى إنتاج البذرة الهجين من طراز المتك البنية .

يقدر محصول البذرة الهجين بنحو ٥٠٠ كجم للهتكار ، ويرجع ضعف المحصول إلى قلة نشاط الحشرات فى حقول إنتاج البذرة الهجين (بسبب صغر حجم بتلات السلالات العقيمة الذكر) ، وإلى شغل نحو ربع إلى ثلث مساحة الحقل الإنتاجى بسلالات الآباء (عن George ١٩٨٥) .

كذلك ينخفض محصول البذرة الهجين بسبب إنتاجها على سلالات أمهات ضعيفة النمو مرباة داخليا ؛ لذا .. اتجهت بعض شركات البنور نحو إنتاج هجن ثلاثية ، تكون أمهاتها هجنا فردية قوية النمو . وتلزم فى هذه الحالة أن تكون سلالتا الأب والأم المستخدمتان فى إنتاج الهجين الفردى متشابهتين ومتجانستين - إلى حد كبير - فى صفات الجذور ؛ حتى لاتظهر انعزالات واضحة فى تلك الصفات فى الهجين الثلاثى .

التضاعف

أوضحت دراسات Prihod'ko (١٩٧٠) على الجزر الرباعى التضاعف أنه لايختلف عن نظيره الثنائى فى وزن الجذر ، ولكنهما يختلفان فيمايلى :

١ - عدد الثغور فى وحدة المساحة من الورقة ؛ حيث كان العدد أقل بنحو مرتين ونصف فى الرباعى .

٢ - حجم الخلايا الحارسة التى كانت أكبر بمقدار ١٫٦ مرة فى الرباعى .

٣ - محتوى الخلايا الحارسة من الكلوروفيل ، الذى كان أعلى بمقدار ٦ مرات فى

الجزر الرباعى .

أهداف التربية

إن من أهم الصفات التى يجب أن تتوفر فى أصناف الجزر عند التربية مايلى :

١ - النضج المبكر ، والمحصول المرتفع .

٢ - اللون والشكل المناسبان لذوق المستهلك . يفضل - عادة - اللون البرتقالى القاتم ، والشكل الأسطوانى ، أو المستدق . ولا يهم الشكل بالنسبة لأصناف التصنيع .

٣ - صغر حجم القلب الداخلى ، كما فى : ليدى فنجر ، ومجموعة أصناف نانتس ، وكاروسل Carousel .

٤ - ألا تنفصل الأوراق - بسهولة - عن الجذور عند الحصاد ، ويعد ذلك من أهم عيوب مجموعة أصناف نانتس ، مثل نانتس استمب روتد Nantes Stump Rooted ؛ لذا .. أنتجت أصناف جديدة منها أكثر قدرة على الاحتفاظ بأوراقها عند الحصاد ، مثل : نانتس استرونج توب Nantes Strong Top .

٥ - ألا تتلون أكتاف الجذور باللون الأخضر ، كما فى والثام هاى كلر .

٦ - المقاومة للحرارة المرتفعة ، كما فى : والثام هاى كلر ، وشانتناى .

٧ - المقاومة للإزهار المبكر ، كما فى : فرانتز Frantes .

٨ - المقاومة للأمراض ؛ فتوجد هجن كثيرة ذات مقدرة عالية على تحمل الإصابة بفطرى : الألترناريا ، والسركسبورا ؛ مثل : أى بلص A plus (ذى المحتوى العالى من فيتامين أ) ، وشانسلر Chancellor ، ودبلومات Diplomat ، وجولدن ستيتس Golden States .

التربية لتحسين لون الجذور

أوضحت الدراسات الوراثية - التى أجريت على صفة لون الجذور فى الجزر - مايلى :

١ - يسود اللون البرتقالى الفاتح على اللون البرتقالى الداكن ، ويتحكم فى ذلك جين واحد .

٢ - يسود اللون الأصفر الفاتح على اللون البرتقالى الفاتح ، ويتحكم فى ذلك جين آخر .

٣ – يسود اللون الأصفر الفاتح على اللون البرتقالى الداكن (Imam & Gabelman ١٩٦٨) .

٤ – يسود اللون الأبيض على كل من اللونين الأصفر ، والبرتقالى بدرجاته المختلفة . ويؤدى الجين المسئول عن اللون الأبيض (Y) إلى منع تمثيل صبغتى الألفا كاروتين ، والبيتاكاروتين – كلياً – فى جذور نباتات الجيل الأول ، ويتم ذلك – غالباً – فى مرحلة مبكرة من عملية تمثيل الكاروتينات .

٥ – كان اختلاف الجذور البيضاء عن الصفراء فى جين واحد ، فى حين كانت الاختلافات بين الجذور الصفراء والبرتقالية اللون فى ثلاثة جينات على الأقل . وقد ظهرت انعزالات ذات جذور قرمزية اللون فى نسل أحد التلقيحات بين نباتين ؛ كان أحدهما ذا جذر برتقالى ، والآخر ذا جذر أصفر .

٦ – كانت وراثة اللون مستقلة فى اللحاء عنه فى الخشب ، ويعطى الجين Io لوناً برتقالياً قاتماً فى الخشب .

٧ – اقترح وجود جينات محورة ؛ بعضها مثبط وبعضها الآخر مشجع لتمثيل الصبغات؛ بسبب وجود درجات كثيرة للون (Laferriere & Gabelman ١٩٦٨) ، مع ضعف نشاط الجينات المثبطة فى اللحاء ؛ مما يجعله أقتم لوناً .

٨ – فى دراسة أخرى على وراثة لون الجذور فى الجزر (Buishand & Gabelman ١٩٨٠) .. تبين مايلى :

أ – أعطى التلقيح بين نباتات ذات جذور صفراء انعزالاً فى ثلاثة جينات رئيسية كمايلى :

الجين	فعل الجين
Y_2	يمنع تمثيل الصبغات الكاروتينية
L	يحفز تمثيل صبغة الليكوبين
A_1	يحفز تمثيل صبغتى البيتاكاروتين والألفا كاروتين على حساب صبغة الليكوبين ؛ ممايؤدى إلى ظهور اللون البرتقالى بدرجة أكبر من اللون الأحمر .

كما ظهر فى هذا التلقيح – كذلك – تأثير لجينات محورة ، وأخرى ثانوية minor ، بالإضافة إلى تفاعلات جينية متنوعة ، تؤثر جميعها فى لون الجذر .

ب - أعطى التلقيح بين نباتات ذات جذور حمراء ، وأخرى ذات جذور بيضاء انعزالاً فى زوجين - على الأقل - من الجينات الرئيسية ؛ هما : Y ، و Y_2 ، كما ظهر - فى بعض التلقيحات - دليل على وجود جين ثالث مثبط لتمثيل الصبغات ، أعطى الرمز Y_1 . كذلك ظهر فى الجيل الثانى لهذا التلقيح شكل مظهرى جديد هو الأحمر الضارب إلى الصفرة قليلاً tinge yellow - red ، وفيه احتوى الخشب على كاروتينات أكثر مما فى اللحاء ؛ الأمر الذى يدل على أن أحد جينات Y أقل فاعلية فى الخشب (من حيث تثبيطه لتمثيل الليكوبين) عما فى اللحاء .

٩ - اقترح النظام الوراثى المبين فى جدول (١٢-١) لتفسير الاختلافات فى لون جذور الجزر (عن Baker ١٩٧٥) .

ويتبين من الجدول أن خمسة جينات تتحكم فى تمثيل الكاروتينات فى نبات الجزر ؛ حيث يتراوح تركيزها من أقل من ميكروجرام واحد إلى أكثر من ٢٠٠ ميكروجرام / جم من الوزن الطازج ، علماً بأن اللون البرتقالى الداكن مرده إلى ما تحتويه الجذور من صبغتى الألفاكاروتين ، والبيتاكاروتين .أما صبغة الليكوبين .. فإنها قد تكون معدومة ، أو توجد بتركيزات شديدة الانخفاض . وفى جميع التراكيب الوراثية التى قدر محتواها من الصبغات الكاروتينية .. كان تركيز البيتاكاروتين أعلى - دائماً - من تركيز الألفا كاروتين ؛ الأمر الذى يعد مفضلاً من حيث القيمة الغذائية .

ولانتخاب الجذور ذات اللون المرغوب .. تجب مراعاة مايلى :

١ - يفحص اللون الخارجى بدءاً من الأكتاف حتى نهاية الجزء المستدق من الجذور .

٢ - يفحص اللون الداخلى بعمل قطع أفقى على بعد نحو ٢٫٥سم من نهاية الجزء المستدق من الجذر، وتستبعد الجذور التى يختلف فيها لون منطقة الكمبيوم عن باقى الجذر، أو يختلف فيها لون الخشب عن لون اللحاء .

٣ - يجرى قطع مائل من قمة الجذر ؛ يشمل عنق ورقتين ، ويمر بالخشب ، وينسحب نحو الخارج بطول نحو ٢٫٥-٥سم . يسمح هذا القطع باستبعاد الجذور التى يكون بها اخضرار فى الخشب ، أو الكمبيوم ، والجذور التى يتميز فيها لون الكمبيوم عن باقى الجذر.

جدول (١٢-١) : النظام الوراثى المقترح لتفسير الاختلافات فى لون الجذر في الجزر ، والمحتوى الكلى للمواد الكاروتينية فى كل حالة .

التركيب الوراثى	الشكل المظهرى	المحتوى الكلى للمواد الكاروتينية (ميكروجرام / جم وزن طازج)
Y- (أ)	أبيض	أقل من واحد
$yy\ Y_1$ - (أ)	أصفر ليمونى	٣٠
$yy\ y_1\ y_1\ Y_2$- (أ)	برتقالى فاتح	٦٠
$yy\ y_1\ y_1\ y_2\ y_2\ I_0\ I_0\ OO$	برتقالى	٩٠ - ١٠٠
$yy\ y_1\ y_1\ y_2\ y_2\ I_0\ I_0\ OO\ RR$	برتقالى داكن	-
$yy\ y_1\ y_1\ y_2\ y_2\ I_0\ I_0\ oo\ RR$	أحمر (ب)	٦٧ - ٩١
$yy\ y_1\ y_1\ y_2\ y_2\ I_0\ I_0\ OO\ rr$	برتقالى داكن (جـ)	-
$yy\ y_1\ y_1\ y_2\ y_2\ I_0\ I_0\ oo\ rr$	برتقالى داكن (د)	-
$yy\ y_1\ y_1\ y_2\ y_2\ i_0\ i_0\ oo\ rr$	أبيض (هـ)	أقل من واحد

(أ) متفوق على التراكيب الوراثية التى تليه فى الجدول .
(ب) لايحتوى على صبغة الألفا كاروتين .
(جـ) لا يحتوى على صبغة الليكوبين .
(د) يحتوى على صبغة البيتا كاروتين فقط .
(هـ) هذا التركيب الوراثى افتراضى .

هذا .. ويمكن الاعتماد على الفحص الظاهرى ؛ للتخلص من الألوان : الأبيض ، والأصفر ، والبرتقالى الفاتح ، وكذلك اللون الأحمر (الذى يرجع إلى صبغة الليكوبين) ، إلا فى حالة وجود تركيزات عالية من صبغة الألفا كاروتين . ويسمح الانتخاب العينى بزيادة محتوى الجذور من الكاروتين إلى ١٢٠ جزءاً فى المليون ؛ حيث يكون لونها برتقالياً قاتماً ، ولكن لايمكن ملاحظة الفرق فى اللون مع زيادة تركيز الصبغات الكاروتينية إلى ٢٠٠ جزء فى المليون ؛ لذا .. يلزم - عند الرغبة فى تحسين محتوى الجذور من الكاروتين عن ١٢٠ جزءاً فى المليون - الاستعانة بأجهزة الـ spectrophotometers ؛ حيث تؤخذ القراءات على

مستخلص الجذور فى الهكسان عند موجة ضوئية طولها ٤٥٠ ملليمكروناً ؛ مقارنة بالقراءة التى تسجل لمحلول قياسى من البيتاكاروتين .

يراعى – دائماً – أن يكون فحص الجذور فى إضاءة متجانسة ، ويفضل لذلك ضوء الشمس غير المباشر ، أو تحت لمبات الفلورسنت ؛ لأن لون الجذور يبدو قاتماً فى ضوء الشمس المباشر ، وتحت لمبات التنجستون (عن Petersom & Simon ١٩٨٦) .

التربية لتحسين نسبة السكر والمادة الجافة بالجذور

يشكل الجلوكوز ، والفراكتوز ، والسكروز أكثر من ٩٥ ٪ من السكريات الحرة ، ونحو ٤٠ – ٦٠ ٪ من السكريات المختزلة بجذور الجزر . ويتوفر الجلوكوز والفراكتوز – وكلاهما من السكريات المختزلة – بتركيزات متساوية عيارياً وبينما تزيد نسبة السكروز إلى السكريات المختزلة مع نضج الجذور .. فإنها تنخفض بعد الحصاد وأثناء التخزين البارد . وقد أوضح Baker (١٩٧٥) ضرورة العمل على زيادة نسبة السكريات المختزلة مع بقاء نسبة السكريات الكلية ثابتة ؛ لأن زيادة السكريات الكلية يجعل الجذور أكثر عرضة للتشقق والتفلق أثناء الحصاد والتداول .

وقد تبين من دراسات Lester وآخرين (١٩٨٢) وجود علاقة بين التركيزات المرتفعة من السكر وكل من : الكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate ، ومعدل النمو النسبى Relative Growth Rate ، ودليل مساحة الورقة Leaf Area Index . كما تميزت السلالات ذات المحتوى العالى من السكريات بالنضج المتأخر ، مقارنة بالسلالات ذات المحتوى المنخفض ؛ الأمر الذى سمح بإطالة فترة النشاط التمثيلى أثناء النمو النباتى .

وقد أوضحت دراسات Freeman & Simon (١٩٧٣) وجود اختلافات وراثية كبيرة بين سلالات الجزر – من حيث نسبة السكريات المختزلة إلى السكريات الكلية – كما أوضحت هذه الدراسات أن جيناً واحداً سائداً – أعطى الرمز Rs – يتحكم فى النسبة المرتفعة .

ويذكر Whitaker وآخرون (١٩٧٠) أنه أمكن – بالتربية الداخلية والانتخاب – عزل سلالات من الجزر على درجة عالية من التجانس ، وأعلى محتوى من كل من السكريات الكلية والمادة الجافة من الأصناف الأصلية التى انتخبت منها .

وقد تمكن Stommel & Simon (١٩٨٩) – من خلال خمس دورات من الانتخاب المتكرر – من عزل أربع عشائر من الجزر عالية أو منخفضة فى محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية ، مع ارتفاع – أو انخفاض – محتواها من السكريات المختزلة . وفى نهاية دورات الانتخاب .. بلغ متوسط نسبة السكريات المختزلة – فى السلالات العالية فى نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية –٢ ٪ من الوزن الطازج ، وكان السكروز أهم السكريات المخزنة، بينما لم يعثر للسكروز على أثر فى السلالات المنخفضة فى نسبة السكريات المنخفضة . وقد كان متوسط نسبة السكر ١٫٧ ٪ ، و ١٫٣ ٪ فى السلالات العالية والمنخفضة فى نسبة المواد الصلبة الذائبة على التوالى .

هذا .. ويوجد ارتباط متوسط بين نسبة السكر ، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى جنور الجزر (r = ٠٫٧٥ – ٠٫٩٥) ، بينما يوجد ارتباط أقوى (r = ٨٥ ر٠ – ٠٫٩٥) بين نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية ونسبة المادة الجافة . ويرجع ذلك إلى أن المواد الصلبة الذائبة تشكل أكثر من ٩٠ ٪ من المادة الجافة ، بينما لا تشكل السكريات سوى ٦٠ – ٧٥ ٪ من المواد الصلبة الذائبة ، و ٤٠ – ٦٠ ٪ من الوزن الجاف . ويخلو الجزر تماماً من النشا (عن Peterson & Simon ١٩٨٦) .

التربية لمقاومة العيوب الفسيولوجية

١ – تشقق وتفلق الجذور

وجدت اختلافات وراثية بين أصناف وسلالات الجزر فى ميلها نحو التفلق (Bienz ١٩٦٨) . وبرغم أن جذور بعض السلالات تبدو طبيعية .. إلا أنها قد تكون قابلة للتشقق ، ويظهر ذلك بمجرد دفع طرف نصل سكين فى الجذر ؛ حيث يتفلق فى الحال . وقد تبين – باتباع هذه الطريقة – أن الميل للتشقق صفة وراثية يتحكم فيها جين واحد سائد – أعطى الرمز Cr (عن Whitaker وآخرين ١٩٧٠) . ويبدو أن القابلية للتشقق ترتبط بالصفات الأكلية الممتازة كما فى الصنف Nantes .

٢ – اخضرار الأكتاف

يرجع اخضرار جذور الجزر إلى بروزها فوق سطح التربة ، وتعرضها للضوء ، وهى

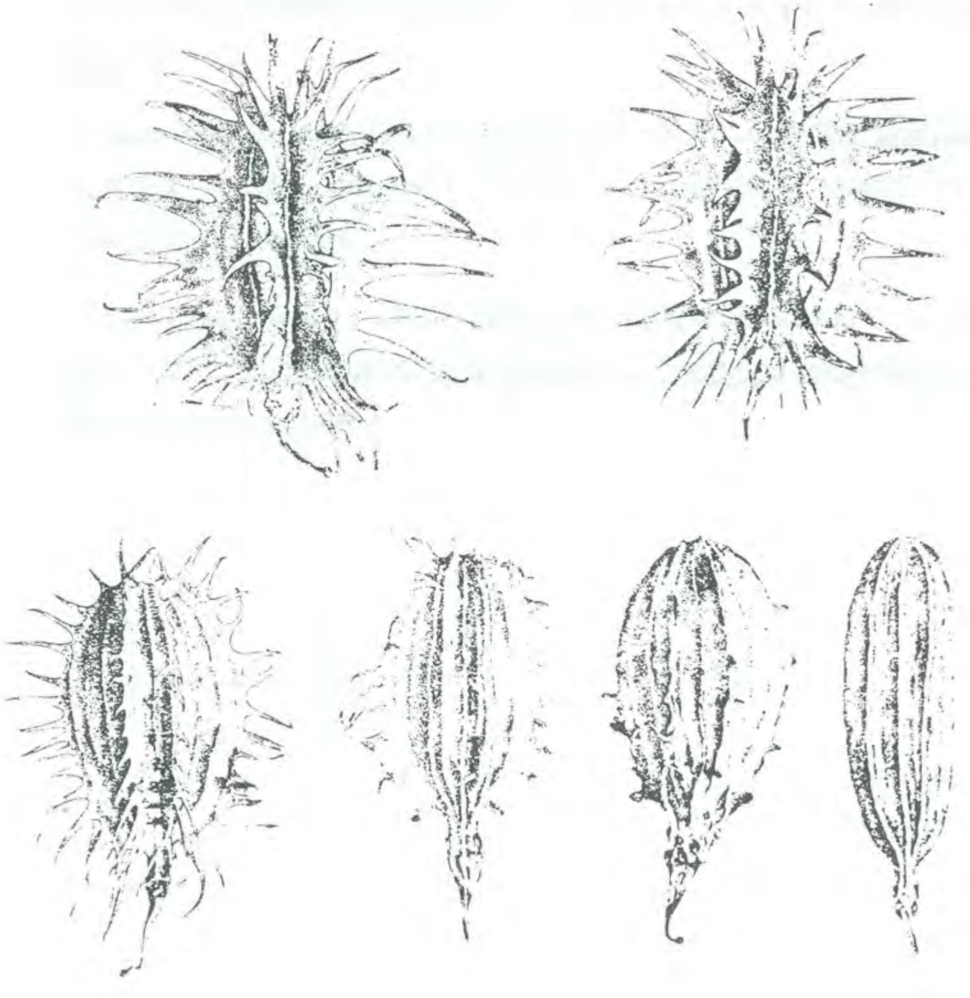
صفة وراثية . وقد أمكن - خلال أربعة أجيال من الانتخاب فى إحدى الدراسات - خفض معدل بروز الأكتاف من ٥ سم أو أكثر - فى معظم النباتات - إلى أقل من ٢ سم - فى عدد قليل جداً من النباتات - وتدل دراسات McCollum (١٩٧١) على أن درجة توريث تلك الصفة منخفضة ؛ حيث كانت أقل من ٢٥ ٪ .

٣ - اللحاء الإسفنجى ، والخشب القطنى ، والقلب الأجوف

تظهر حالات اللحاء الإسفنجى Spongy Phloem ، والخشب القطنى Cottny Xylem ، والقلب الأجوف Hollow Heart فى ظروف بيئية خاصة ؛ مثل عند تعرض الجذور الناضجة لانحرافات بيئية حادة . وتفحص الجذور لتعرُّف تلك العيوب الفسيولوجية عند فحصها لدراسة اللون الداخلى .

تحسين صفات البذور

تحتوى بذور الجزر - عادة - على خمسة خطوط طولية من الأشواك ، التى تعيق عملية الزراعة ، وتؤثر فى كثافتها ؛ لذا .. فإنها تزال بعد الحصاد . وقد اكتشفت البذور عديمة الأشواك فى صنف من الجزر من طراز الـ Amsterdam Forcing ، ووجد Nieuwhof & Garritsen (١٩٨٤) أن تلك الصفة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية الرئيسية السائدة ، بالإضافة إلى بعض الجينات الثانوية ، كما تأثر مدى ظهور الصفة expressivity بظروف النمو . ويبين شكل (١٢ - ٣) مدى التباين الذى ظهر فى تلك الصفة .



شكل (١٢-٣) : التباين الملاحظ فى كثافة الأشواك فى بذور الجزر فى دراسة وراثية استخدمت فيها طفرة وراثية عديمة الأشواك .

المقاومة للأمراض

تتوفر المقاومة لمرض تبقع الأوراق السركسبورى فى سلالة الجزر WCR-1 ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ، أعطى الرمز Cr .

كما تتوفر مقاومة الفطر Erysiphe heraclei - المسبب لمرض البياض الدقيقى - فى تحت النوع D. carota ssp. dentatus ، ويتحكم فيها جين واحد سائد ، أعطى الرمز Eh .

وتتوفر القدرة على تحمل الإصابة بلفحة الترناريا - التى يسببها الفطر Alternaria dauci - فى الأصناف : Kokubu (P.I. 261648) ، و San Nai (P.I. 226043) ، و Imperial Long Scarlet .

كذلك تتوفر - حاليا - مصادر لمقاومة الميكوبلازما المسببة لمرض اصفرار الأستر التى ينقلها نطاط الأوراق ذو البقع الست Macroteles fascifrons (عن Peterson & Simon ١٩٨٦) .

تربية الشليك

يعرف الشليك بين العامة باسم فراولة . كما يطلق عليه اسم فريز فى بعض الدول العربية – وهى كلمة منقولة عن الأسم الفرنسى للمحصول – ، واسمه فى الإنجليزية Strawberry . وهو محصول الخضر الوحيد الذى يتبع العائلة الوردية Rosaceae ، وهى عائلة تضم نحو ١٠٠ جنس ، و٢٥٠٠ نوع .

الموطن وتاريخ الزراعة

يرجع أصل جميع أصناف الشليك التجارية الهامة – والتى منها جميع الأصناف الأجنبية المعروفة محلياً – إلى تهجين نوعى بين اثنين من الأنواع الأمريكية الموطن ؛ هما : Fragaria chiloensis (L.) Duch. ، و F. virginiana Duch. (Scott & Lawrece ١٩٧٥) . وتعرف جميع الأصناف التى نشأت من هذا التهجين بالاسم العلمى Frgaria x ananassa Duch. . ويرمز الحرف x إلى حقيقة أن المحصول عبارة عن هجين نوعى ، ويوضع بين اسمى الجنس والنوع حسب القواعد الدولية لإعطا أسماء العلمية (Otterbacher & Skirvin ١٩٧٨) . أما الصنف البلدى .. فإنه يوضع تحت اسم الجنس فقط Fragaria ssp. ؛ نظراً لعدم الإلمام بكيفية نشأته على وجه التحديد .

ولمزيد من التفاصيل عن نشأة وتاريخ زراعة الشليك .. يراجع Hedrick (١٩١٩) ، وDarrow (١٩٦٦) ، و Wilhelm & Sagan (١٩٧٤) ، و Scott & Lawrence (١٩٧٥) .

السيتولوجى . والانواع القريبة . والهجن النوعية والجنسية

يعرف ٤٦ نوعاً نباتياً - على الأقل - تتبع الجنس Fragaria . تختلف تلك الأنواع من حيث مستوى المتضاعف الكروموسومى فيها من الثنائية التضاعف إلى الثمانية التضاعف ، وتشترك جميعها فى العدد الأساسى للكروموسومات (س) فيها ، وهو سبعة كروموسومات .

ومن الأنواع الثنائية التضاعف (٢ن = ٢س = ١٤ كروموسوماً) كل من : F.daltoniana (ينمو بريا فى جنوب شرق آسيا) ، و F. vesca (ينمو برياً فى كل من الأمريكتين ، وأوروبا ، وآسيا ، وهاواى) ، والنوع F. viridis (ينتشر بكثرة فى شرق آسيا وأوروبا) ، و F. nubicola ، و F. nipponica (ينمو برياً فى جبال الهيمالايا) ، و F. iinumae ، و F. yesoensis (ينموان برياً فى اليابان) .

وتعرف ثلاثة أنواع رباعية التضاعف (٢ن = ٤س = ٢٨ كروموسوماً) ، تنتشر - برياً - فى آسيا فقط ؛ منها : F. orientalis (الذى ينمو فى شمال آسيا) ، و F. moupinenis (الذى ينمو برياً فى جنوب الصين) .

ويعرف نوع واحد خماسى التضاعف (٢ن = ٥س = ٣٥ كروموسوماً) هو : F. bringhurstii ، الذى ينمو برياً فى كاليفورنيا كما يعرف نوع آخر سداسى التضاعف (٢ن = ٦س = ٤٢ كروموسوماً) هو F. moschata ، الذى ينمو - برياً - فى أوروبا ، وغربى آسيا .

ومن الأنواع الثمانية التضاعف الهامة (٢ن = ٨س = ٥٦ كروموسوماً) مايلى :

١ - النوع F. chilanesis : ينمو برياً فى كاليفورنيا ، والساحل الغربى لأمريكا الجنوبية .

٢ - النوع F. virginiana : ينمو بكثرة فى وسط الولايات المتحدة وكندا .

٣ - الشليك المزروع F. x ananassa : نشأ من التهجين بين النوعين F. chiloensis و F. virginia كما أسلفنا ، ولاتنمو عشائره الطبيعية إلا فى الساحل الغربى للولايات المتحدة الأمريكية .

٤ - النوع F. iturupensis : ينمو برياً فى جزر Kuril فى شمال شرقى اليابان .

٥ – النوع F. cuneifolia (عن Darrow ١٩٣٧ ، و Jones ١٩٧٦) ، و Hancock ١٩٩٠) .

وبالرغم من أن الشليك المزروع يجود فى درجات الحرارة المعتدلة ، والمستوى الغذائى المرتفع ، والإضاءة المتوسطة إلى العالية ، والرطوبة الأرضية المتوسطة ، والملوحة المنخفضة، إلا أنه تتوفر بين الأنواع البرية مصادر تتحمل الانحرافات الشديدة فى الظروف البيئية كمايلى :

١ – يتحمل النوعان F. vesca ، و F. nipponica البرودة الشديدة .

٢ – يتحمل النوع F. moschata الإضاءة الضعيفة جدا ، ووجد أن قدرته القصوى على البناء الضوئى تفوق قدره كل من F. vesca ، و F. virginiana ، و F. x ananassa .

٣ – يتحمل النوع F. chilonesis ظروف نقص العناصر الغذائية ، وزيادة الملوحة ، والجفاف ، والبرودة .

٤ – يتحمل النوع F. viridis الرقم الأيروجينى (pH) المرتفع للتربة .

٥ – تتحمل الأنواع : F. orientalis ، و F. veca ، و F. virginiana ظروف الحرارة العالية والجفاف .

وقد استخدم النوع F. chilonesis كمصدر لعديد من الصفات الهامة الأخرى فى برامج التربية ؛ مثل : المقاومة للحشرات ، والأكاروس ، والأمراض ، وبعض صفات الجودة .

تختلف الأنواع البرية المعروفة من الجنس Fragaria فى حالة الجنس ونوع التلقيح السائد فيها . فنجد – مثلاً – أن النوع F. vesca ذو أزهار خنثى ، وذاتى التلقيح ، وأصيل غالباً ، بينما يكون النوع F. chilonesis وحيد الجنس ثنائى المسكن – غالباً – وخلطى التلقيح ، وخليطاً وراثياً بدرجة عالية . كذلك تنتشر الطرز ذات الأزهار الخنثى فى النوع F. virginiana .

ولمزيد من التفاصيل عن أنواع الجنس Fragaria ، وخصائصها ، وانتشارها الجغرافى.. يراجع Hyams (١٩٦٢) ، و Darrow (١٩٦٦) ، و Scott & Lawrence (١٩٧٥) ، و Jones (١٩٧٦) .

وقد هجن الشليك المزروع مع عدد من الأنواع البرية ؛ بهدف نقل صفات معينة مرغوب فيها إليه . ومن هذه الأنواع مايلي :

١ - النوع F. virginia : هُجن مع الشليك ؛ بهدف نقل صفة قدرة الأزهار على تحمل الحرارة المنخفضة ، وهى صفة سائدة .

٢ - النوع F. chilonesis : هجن مع الشليك؛ بهدف نقل صفات :المقاومة لمرضى عفن الجذر الأحمر (وهى صفة سائدة جزئياً) وذبول فيرتسيلليم ، والقدرة على تحمل الفيرس .

٣ - النوع F. ovalis : هجن مع الشليك ؛ بهدف نقل صفتى القدرة على تحمل البرودة (وهى سائدة جزئياً) ، وعدم التأثر بالفترة الضوئية عند الإزهار .

ويعتبر التدهور فى صفات النبات - بعد التهجينات النوعية - أكبر مشاكل تلك الهجن ؛ ولذا .. يستدعى الأمر إجراء ثلاثة تهجينات رجعية أو أربعة إلى النوع المزروع - مع التربية الذاتية بعد كل تهجين رجعى - لاستعادة الصفات البستانية المرغوبة .

وعن حدود وإمكانات التهجين بين مختلف أنواع الجنس Fragaria .. يبين جدول (١٣-١) ذلك بالنسبة للهجن بين الأنواع الثنائية التضاعف ، بينما يبين جدول (١٣-٢) الوضع بالنسبة للهجن بين أنواع تمثل مستويات مختلفة من التضاعف . يتضح من الجدولين أن قلة من التلقيحات النوعية هى التى يمكن الحصول منها على بذور مكتملة النضج قادرة على الإنبات ، مع استمرار بقاء ونمو النباتات الهجين إلى حين إزهارها .

جدول (١٣-١) : الهجن النوعية بين الأنواع الثنائية التضاعف من الجنس Fragaria .

نوع الأم	نوع الأب				
	Vesca	Viridis	nubicola	nipponica	nilgerrensis
Vesca	أ	أ	أ	جـ	أ ، ب ، جـ (١)
Viridis	أ ، د (١)	أ	ب	أ	د
nubicola	د	أ	د	أ	د
nipponica	د	أ	أ	د	د
nilgerrensis	د	د	د	جـ	أ

أ = تتكون بذور كاملة الحيوية ، وتكون نباتات الجيل الأول الهجين خصبة .

ب = تعقد البذور ، ولكن الأجنة تنهار .

جـ - تتكون البذور ، ولكن البادرات تموت عند الإنبات .

د - لاتعقد البذور .

١ - يتوقف الأمر على طراز F. vesca المستخدم .

جدول (١٣-٢) : الهجن النوعية بين أنواع مختلفة التضاعف من الجنس Fragaria .

F. vesca 2x	F. vesca 4x	F. viridis 2x	F. nipponica 2x	F. nilgerrensis 2x	F. orientalis 4x	F. moschata 6x	F. virginiana 8x	F. chiloensis 8x	F. x ananassa 8x	النوع
f	f,s	f,s		m,s	s	s,m	s	s,f	s,f	F. vesca 2x
f,s	f	f			s,f	s,f			s,f	F. vesca 4x
f,s		f		m,s	s	s,f			s	F. viridis 2x
			f			s				F. nipponica 2x
m,s	m	m,s		f						F. nilgerrensis 2x
s,f		s,f			f	s,f				F. orientalis 4x
n,m	n, m,s	s,f	f		s,f	f	n	n	n	F. moschata 6x
		s				s	f	f	f	F. virginiana 8x
		s				s	f	f	f	F. chiloensis 8x
s,f	s,f	n,s				s,f	f	f	f	F. x ananassa 8x

F = خصب fertile .

s = هجين عقيم sterile hybrid .

m = تموت البادرات .

n = لا تنبت البذور .

كذلك حاول كثيرون إنتاج هجن جنسية بين الشليك - أو غيره من أنواع الجنس Fragar-ia - وبين أنواع مختلفة من الجنس Potentilla . ويبين جدول (١٣-٣) إحدى تلك المحاولات، وقد تضمنت تهجينات جنسية بين طرز مختلفة فى التعددية الكروموسومية - من نوعين من الجنس Fragaria - وبين ستة أنواع من الجنس Potentilla ، ويتضح منه أن أربعة فقط من تلك الهجن هى التى أعطت بذورا قادرة على الإنبات ، مع استمرار النباتات فى النمو لحين إزهارها . وعندما أزهرت تلك النباتات .. تبين أن جميعها كانت عقيمة - فيما عدا نباتات الهجين الجنسى بين الشليك والنوع P. palustris التى كانت عقيمة الذكر - وخصبة - قليلاً - أنثويا . وعندما ضوعفت كروموسومات أحد النباتات السباعية التضاعف hepta-ploid (٢ن = ٧س = ٤٩ كروموسوماً) من ذلك الهجين الجنسى .. تحسنت حالة الخصوبة.

وتبين تلك النتائج إمكانية الاستفادة من الصفات التى تتوفر فى الجنس Potentilla فى تحسين الشليك .

جدول (١٣-٣) : الهجن الجنسية بين الجنسين Fragaria ، و Potentilla .

الآباء الملقحة	نسبة التلقيحات التى أعطت ثماراً	متوسط عدد البذور بالثمرة	نسبة إنبات البذور	نسبة البادرات التى استمرت حتى الإزهار	عدد الكروموسومات فى الهجن التى استمرت حتى الإزهار
الأم : F. x ananassa (٢ن=٥٦)					
P. fruticosa (٢ن=١٤)	٩٠	٦٧	٣٥	٤	٣٥
P. erecta (٢ن=٢٨)	٧٥	٤٢	٦٠	صفر	–
P. reptans (٢ن=٢٨)	–	–	–	–	–
P. sterilis (٢ن=٢٨)	–	–	–	–	–
P. palustris (٢ن=٤٢)	١٠٠	١٢٦	٧٧	٥٠	٤٩
الأم : F. vesca x F. x ananassa متضاعفة هجينياً (٢ن = ٧٠)					
P. fruticosa (٢ن=١٤)	٩٠	٣٠	٢٨	٢٠	٤٢
P. erecta (٢ن=٢٨)	–	–	–	–	–
P. reptans (٢ن=٢٨)	–	–	–	–	–
P. sterilis (٢ن=٢٨)	–	–	–	–	–
P. palustris (٢ن=٤٢)	–	–	–	–	–
P. anglica (٢ن=٥٦)	٦٤	١٧	٥٦	صفر	–
الأم : F. vesca (٢ن = ٢س = ١٤)					
P. fruticosa (٢ن=١٤)	٧٢	٤١	صفر	–	–
P. palustris (٢ن=٤٢)	صفر	–	–	–	–
الأم : F. vesca (٢ن = ٤س = ٢٨)					
P. fruticosa (٢ن=١٤)	١٠٠	٣٦	٨	٥	٢١
P. palustris (٢ن=٤٢)	صفر	–	–	–	–

ولمزيد من التفاصيل عن الهجن النوعية والجنسية بين الشليك والأنواع والأجناس القريبة .. يراجع Scott & Lawrence (١٩٧٥) .

أساسيات التربية وطرق التداول لأغراض التربية

الأزهار وحالات الجنس

توجد فى الجنس النباتى Fragaria حالات الجنس (الأزهار) التالية :

١ – نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious ؛ أى يحمل النبات الواحد أزهاراً مذكرة وأخرى خنثى ، وتوجد هذه الحالة فى عدد كبير من الأنواع الثنائية المجموعة الكروموسومية (٢ n = ٢ x) كما فى F. vesca (Jones ١٩٧٦) .

٢ – نباتات تحمل أزهاراً مؤنثة فقط gynoecious ، وتوجد هذه الحالة فى بعض أصناف الشليك التجارية ، وتتميز هذه الأصناف بأن إنتاجيتها عالية ، وأنها لا تصاب بحشرة strawberry bud weevil التى تتغذى على حبوب اللقاح . لكن يعيبها ضرورة زراعة ملقحات من نباتات تحمل أزهاراً كاملة بين خطوط النباتات المؤنثة فى الحقل .

٣ – نباتات تحمل أزهاراً مؤنثة وأخرى كاملة gynomonoecious ، وتوجد هذه الحالة فى معظم أصناف الشليك التجارية .

٤ – نباتات تحمل أزهاراً كاملة فقط ، وتوجد هذه الحالة فى أصناف الشليك الحديثة .

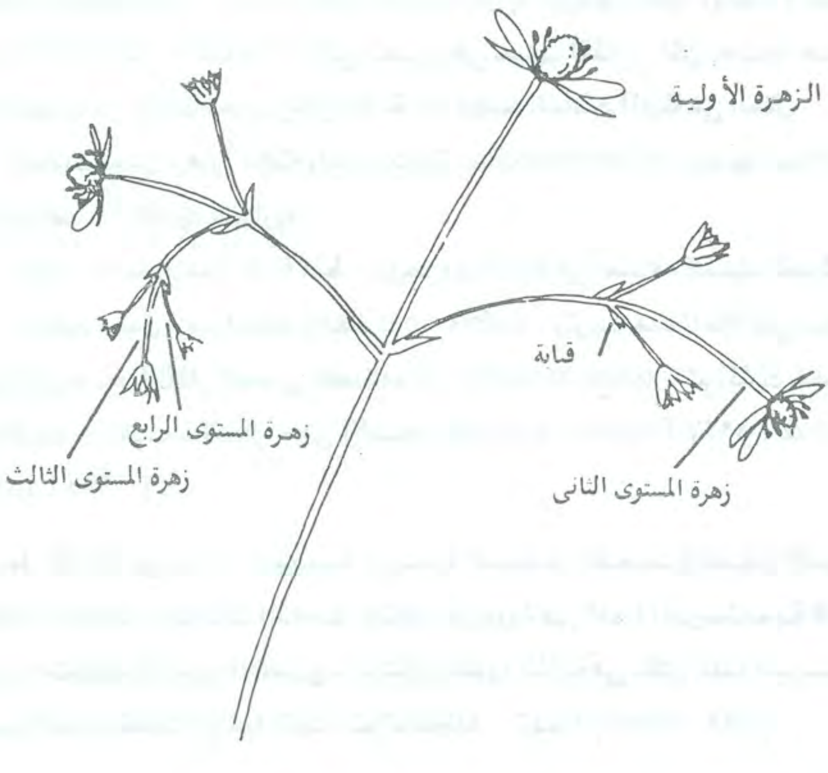
٥ – نباتات تحمل أزهاراً مذكرة فقط androecious ، وتوجد هذه الحالة فى سلالات خضرية ظهرت بعد الإكثار الجنسى للأصناف الـ gynomonoecious ، ثم أكثرت خضرياً ، وهى لاتوجد – بطبيعة الحال – فى الأصناف التجارية (Darrow ١٩٣٧ ، Scott & Lawrence ١٩٧٥) .

تحمل الأزهار فى نورات راسيمية فى نهاية السيقان القصيرة للنبات الأصلى ، والخلفات الجديدة ، ونباتات المدادات . وتتكون أول نورة فى القمة الميرستيمية للنبات الأصلى ؛ فتوقف بذلك نموه الخضرى ، ثم تتكون النورة الثانية فى مكان القمة الميرستيمية الخضرية لآخر الخلفات الجانبية تكوناً ، ثم التالية لها ... وهكذا (Dona ١٩٨٠) .

تتكون نورة الفراولة (وتسمى بالعنقود الزهرى flower cluster) من سلسلة من

التفرعات الثنائية التى تنتهى كل منها بزهرة (شكل ١٣-١) ، ويطلق على الزهرة التى تنتهى بها القمة الأصلية للنورة اسم الزهرة الأولية primary flower ، وهى تكون أكبر الأزهار ، وتعطى أكبر الثمار حجماً ، وهى التى اسمى بالثمار الأولية primary berries ، كما تنتهى جميع الأفرع الأخرى بالنورة بأزهار مماثلة ، ويطلق على هذه التفرعات ، والأزهار التى تحملها ، والثمار التى تنتج منها الأسماء التالية :

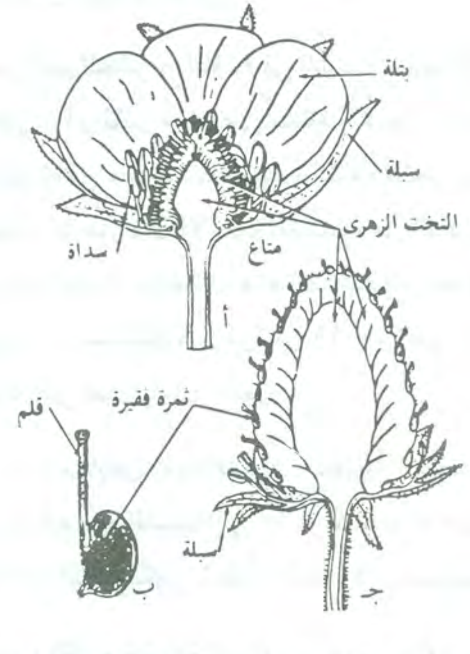
مستوى التفرع	عدد الأفرع بالنورة	الأزهار التى تحملها		الثمار التى تتكون منها
الأول	٢	أزهار المستوى الثانى	secondary	ثمار المستوى الثانى
الثانى	٤	أزهار المستوى الثالث	tertiary	ثمار المستوى الثالث
الثالث	٨	أزهار المستوى الرابع	quarteinery	ثمار المستوى الرابع
الرابع	١٦	أزهار المستوى الخامس	quinary	ثمار المستوى الخامس



شكل (١٣-١) : رسم تخطيطى يبين كيفية التفرع الثنائى الشعبة لنورة الشليك .

ويقل حجم الثمرة ، وعدد البنور بها - تدريجياً - من الثمرة الأولية إلى ثمار المستوى الخامس . فمثلاً ،وجد فى إحدى الدراسات أن عدد البنور كان٣٨٢ بنرة فى الثمرة الأولية، و ٢٢٤ بنرة فى ثمار المستوى الثانى ، و ١٥١ بذرة فى ثمار المستوى الثالث ، و ٩٢ بنرة فى ثمار المستوى الرابع . ووجد فى دراسة أخرى أن عدد أمتعة الزهرة قل - تدريجياً - من ٥١٨ متاعاً فى الزهرة الأولية إلى ٨٣ متاعاً فقط فى أزهار المستوى الخامس .

وزهرة الشليك بيضاء ، يتراوح قطرها من ٥ر٢ - ٤ سم . وتتكون الكأس من ٤ - ٥ سبلات خضراء ، وتوجد أسفلها خمس وريقات تحت كأسية ، وكلا النوعين من الأوراق مستديم فى الثمرة الناضجة ويتكون التويج من خمس بتلات بيضاوية الشكل . والأسدية كثيرة ، ويتراوح عددها من ٢٤ - ٢٦ سداة ، مرتبة فى ثلاثة محيطات ، ويتراوح طول السداة من ٥ر٢ - ٢ ر٥ مم . وتخت الزهرة لحمى سميك متشحم ، ويوجد عليه عدد كبير من الكرابل . وتتكون كل كربلة من مبيض واحد ، يخرج من جانبه قلم ينتهى بميسم . وتوجد غدد رحيقية كثيرة عند قاعدة الأسدية حول المحيط الخارجى للأمتعة (شكل١٣-٢) (عن McGregor ١٩٧٦) .



شكل (١٣-٢) : رسم تخطيطى لزهرة (أ) وثمرة الشليك الحقيقية الفقيرة (ب) ، والكاذبة المتجمعة (Weier وآخرون ١٩٧٤) .

التلقيح

لاتوجد ظاهرة عدم التوافق الذاتى self incompatibility فى الجنس Fragaria سوى فى ثلاثة أنواع برية ثنائية . أما بقية الأنواع الثنائية المعروفة ، والأنواع الأخرى المتضاعفة .. فجميعها خصبة ذاتياً (Jones ١٩٧٦) .

ويعتبر الشليك من المحاصيل الخلطية التلقيح ، ويتم التلقيح بواسطة الحشرات غالباً ، إلا أن حبوب اللقاح قد تنتقل بالهواء أيضا . ومما يشجع على التلقيح الخلطى فى الشليك.. أن مياسم الزهرة تنضج ، وتكون مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح قبل نضج وتفتح المتوك فى نفس الزهرة ؛ أى إنها مبكرة الأنوثة Protogynous . وتظل المياسم قادرة على استقبال حبوب اللقاح لمدة سبعة أيام بعد تفتح الزهرة ، وقد تزيد هذه المدة فى الجو البارد . وتنضج حبوب اللقاح قبل انتشارها من المتوك ، ولكنها لا تنتثر إلا بعد تفتح الزهرة وجفاف المتوك لفترة ؛ مما يجعل المتوك تحت ضغط شديد عند تفتحها ؛ نتيجة لشدة جفاف خلايا الطبقة المبطنة للبشرة الخارجية للمتوك ، فيكون تفتحها قوياً ؛ مما يؤدى إلى انتثار حبوب اللقاح على بعض المياسم بالزهرة .

ويعتبر النحل من أهم الحشرات الملقحة فى الشليك ؛ وذلك لأنه يقوم بعملية التلقيح بكفاءة عالية ، دون أن يكون له أى تأثير ضار على مختلف الأجزاء الزهرية . ولا يعد الشليك جذاباً للنحل ، إلا أنه يمكن تلافى هذه المشكلة بزيادة كثافة النحل فى الحقل إلى ٥ - ١٠ خلايا لكل فدان . وتستفيد الأزهار ذات الأسدية القصيرة من التلقيح الحشرى بدرجة أكبر من الأزهار ذات الأسدية الطويلة ، وتختلف هذه الخاصية من صنف لآخر . ولكى يتم التلقيح بصورة جيدة .. يجب أن تستقبل كل زهرة من ١٦ - ٢٥ زيارة من حشرة النحل . ويتوقف حجم الثمار المتكونة على عدد زيارات النحل .

وتخصب ٥٣ ٪ من مبايض زهرة الشليك - تلقائياً - نتيجة لانتثار حبوب اللقاح على مياسم الزهرة . وترتفع هذه النسبة إلى ٦٧ ٪ عند حركة الهواء ، وإلى ٩١ ٪ عند وجود نشاط حشرى . إلا أن التلقيح يكون خلطياً بنسبة ٩٠ ٪ عند توفر النشاط الحشرى .

وبرغم أن المياسم تظل مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٧ - ١٠ أيام بعد تفتح

الزهرة .. إلا أن أنسب وقت للتلقيح يكون خلال الأيام الأربعة الأولى من تفتح الزهرة ؛ وذلك نظراً لأن التلقيح المتأخر عن ذلك يصاحبه نقص فى عدد البذور بالثمرة ، مع صغر حجمها . وتسقط بتلات الزهرة ، وتجف أمتعتها فى خلال يوم أو يومين من تفتحها (McGregor ١٩٧٦) .

وتزداد فرصة العقد فى أزهار المستويات الأولى عنه فى المستويات التالية . وقد تكون الأزهار المتأخرة التكوين عقيمة أنثوياً ، وربما لا تتعدى نسبة الأمتعة العاقدة ٢ ٪ فى الظروف السيئة للعقد (Darrow ١٩٣٧) ولمزيد من التفاصيل عن التلقيح وعقد الثمار .. يراجع Avigdori – Avidov (١٩٨٦) .

الثمار والبذور

تعتبر ثمرة الشليك المعروفة لدى المستهلك (الفراولة) ثمرة متجمعة aggregate ، وهى تتكون من التخت الزهرى العصيرى المتضخم ، وما يحمله من ثمار حقيقية تبدو كنقاط سوداء صغيرة موزعة عليه فى ترتيب هندسى . أما الثمرة الحقيقية .. فهى فقيرة achene، وتوجد منغمسة فى التخت اللحمى ، وهى التى يطلق عليها – مجازاً – اسم البذور . ويظهر بالقطاع الطولى للثمرة المتجمعة منطقة النخاع فى الداخل ، وتحيط بها حلقة رفيعة من الحزم الوعائية ، ثم منطقة القشرة التى تنغمس فيها الثمار الحقيقية (شكل ١٣–٢) . ويوجد بكل ثمرة من ٥٠ – ٤٠٠ بذرة غالباً .

طرق إجراء التلقيحات

يجب – عند إجراء التلقيحات فى الشليك – أن يكون التركيز على أول وثانى زهرة فى كل عنقود زهرى ؛ لأنهما يحتويان على أكبر عدد من الأمتعة ؛ وبذا .. تزيد فرصة عقدهما لأكبر عدد من البذور . كما تجب كذلك ملاحظة أن أول الأزهار ظهورا بالنبات تكون – غالباً– مؤنثة ، وحتى إن وجدت فيها أسدية .. فإنها تكون خالية من حبوب اللقاح الناضجة ؛ وذلك يعنى صعوبة الحصول على حبوب لقاح للتهجينات فى بداية الموسم . كذلك تجدر ملاحظة أن الأزهار المتأخرة الظهور على العنقود الزهرى ربما لا تعقد إطلاقاً .

ولإجراء التهجينات فى الشليك .. تتبع الخطوات التالية :

١ – تخصى أزهار النبات المستخدم كأم بإزالة الكأس ، والتويج ، والطلع فى عملية واحدة تجرى بمجرد تفتح الزهرة . وبرغم أن المتوك نادراً ما تتفتح قبل تفتح البتلات ، إلا أنه يفضل إجراء عملية الخصى قبل تفتح الزهرة بيوم إلى ثلاثة أيام ؛ لأن انتشار حبوب اللقاح من المتوك قد يحدث خلال الأربع والعشرين ساعة السابقة لتفتح الزهرة فى حالة انخفاض الرطوبة النسبية . وتتم حماية الأزهار المخصبة من حبوب اللقاح الغريبة ؛ إما بتغطيتها بكيس ورقى صغير ، وإما بلف قطعة من القطن حولها .

٢ – تقطع أزهار النبات المستخدم كأب ، وتترك لتذبل ؛ لكى تتفتح المتوك ، ثم تستخدم فى التلقيح بصورة مباشرة . وإذا أريد استعمال تلك الأزهار فيما بعد .. فإنه يمكن حفظها بحالة جيدة لمدة تصل إلى أربعة أيام ؛ بغمر قواعدها فى إناء به ماء .

تكفى – عادة – زهرة واحدة لتلقيح ٤ – ٦ أزهار من نباتات الأمهات ، ويجرى التلقيح بإمساك الزهرة المذكرة من عنقها ، وجعل متوكها تلامس جميع الأمتعة فى الزهرة المخصية.

٣ – يعقب ذلك حماية الأزهار الملقحة من التلوث بحبوب لقاح غريبة بنفس الطريقة التى استعملت عند الخصى .

٤ – يمكن – عند الضرورة – جمع حبوب اللقاح من أزهار نباتات الآباء ، وتخزينها لعدة أيام على حرارة ٥ – ١٠°م دون أن تفقد حيويتها ، ويتم ذلك بقطف الأزهار قبل يومين من تفتحها ، وتركها فى وعاء زجاجى لحين تفتح المتوك ، وانتثار حبوب اللقاح منها . وتستخدم – فى هذه الحالة – فرشاة من شعر الجمل فى التلقيح .

وتنضج ثمار الشليك فى خلال ٢٥ – ٣٠ يوماً من التلقيح فى درجات الحرارة المعتدلة (Darrow ١٩٦٦ ، و Scott & Lawrence ١٩٧٥) .

تداول وفسيولوجى البذور

١ – استخلاص البذور :

تحصد الثمار عند تمام نضجها ، وقد يكتفى بهرس الثمار الناضجة مع الرمل ، ثم يوضع مخلوط لب الثمار والبذور والرمل فى مهاد البذور مباشرة ، مع تغطيته بنحو ٣ مم من الرمل (Darrow ١٩٣٧) .. لكن يفضل فصل البذور عن اللب ؛ باستعمال خلاط كهربائى صغير ، يوضع فيه الماء حتى منتصفه ، ثم تضاف الثمار بكمية تكفى لامتلائه . يلى ذلك

تشغيل الخلاط لمدة ١٥ ثانية ، ثم يتم التخلص من اللب الطافى ، ويحتفظ بالبذور التى تكون ثقيلة ومترسبة فى قاع الخلاط . تجفف البذور - بعد ذلك - فى مكان جين التهوية ثم تخزن فى الثلاجة لحين استعمالها .

٢ - زراعة البذور :

يجب أن تكون زراعة البذور سطحية ؛ لأن الضوء ضرورى لإنبات البذور ؛ فلا يجب أن يزيد سمك غطاء الرمل فوق البذور على ٣ مم ، كما يجب ألا يسمح بجفاف مهاد البذور فى أى وقت بعد الزراعة . ويمكن التغلب على هاتين المشكلتين بزراعة البذو فى مخلوط زراعة يكون أساسه البيت موس ، ثم وضع أوانى الزراعة فى وحدة إكثار بالضباب mist (Wilson وآخرون ١٩٧٣) . وتكون زراعة البذور بمعدل ١٠٠٠ بذرة لكل حوض زراعة تبلغ أبعاده ٣٠ × ٤٥ سم .

٣ - سرعة إنبات البذور :

تختلف السرعة التى تنبت بها بذور الشليك - باختلاف الأصناف والأنواع - من أربعة أيام إلى أربعة أسابيع ، كما يستغرق إنبات بذور بعض الهجن من شهرين إلى ثلاثة شهور فمثلاً .. تنبت بذور النوع F. virginiana أسرع من أى نوع آخر ؛ حيث لايستغرق إنباتها أكثر من أربعة أيام ، أما بذور بعض الأصناف التجارية ، وبعض سلالات النوع F. chiloensis .. فربما لاتنبت قبل مضى أسبوعين إلى أربعة أسابيع .

ويكون إنبات البذور سريعاً - نسبياً - فى درجات الحرارة المعتدلة من ١٥ - ٢٧°م ، بينما تدخل البذور فى طور سكون ثانوى فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك ، وتبقى ساكنة - لحين انخفاض درجة الحرارة ثانية .

٤ - تحفيز إنبات البذور :

يمكن تحفيز بذور الشليك للإنبات بإحدى المعاملات التالية :

أ - تخزين البذور - وهى متشبعة بالماء - فى ثلاجة على درجة صفر - ٤°م لمدة ٢,٥ - ٣ شهور ، ويعرف ذلك بمعاملة بعد النضج After Ripening . لا تلزم هذه المعاملة لإنبات البذور - كما فى أنواع نباتية أخرى - ولكنها تسرع من الإنبات ، وتجعله أكثر تجانساً ، دون أن تؤثر فى نسبته .

ب - معاملة البنور بحامض الكبريتيك لمدة ١٥ دقيقة . تسرع هذه المعاملة من إنبات البنور ، ولكن يصاحبها نقص فى نسبته (Darrow ١٩٦٦) .

جـ - نقع البنور لمدة ٢٤ ساعة قبل الزراعة - فى محلول إيثيفون بتركيز ٥٠٠٠ جزء فى المليون (Wilson وآخرون ١٩٧٣) .

٥ - العناية بالبادرات :

تفرّد البادرات بعد أن يتكون لها ورقتان أو ثلاث أوراق حقيقية (ويكون ذلك بعد نحو ستة أسابيع من الزراعة) ؛ إما فى أحواض خشبية على أبعاد ٥ × ٥ سم ، وإما فى أصص صغيرة . ويكون نقلها إلى المكان الدائم بعد نحو ٤ - ٦ أسابيع أخرى .

٦ - تخزين البنور :

تحتفظ بنور الشليك بحيويتها لعدة سنوات عند تخزينها فى حرارة ٤°م . وقد وجد Scott & Draper (١٩٧٠) أن البنور احتفظت بحيويتها لمدة ٢٣ سنة فى تلك الدرجة ، وكانت نسبة الإنبات المقدرة لها بعد التخزين هى ٨٩ ٪ ، ولم يختلف الإنبات فى تلك البنور عما فى البنور التى خزنت - فى نفس الظروف - لمدة سنة واحد .

التربية الداخلية

تؤدى التربية الداخلية للشليك إلى إحداث نقص عام فى قوة النمو إلى درجة يصعب معها إكثار بعض السلالات والمحافظة عليها . كما يؤدى ضعف النمو إلى زيادة حساسية النباتات للإصابة بالفيروسات .

وبالرغم من ذلك .. فإن التربية الداخلية تعد أمراً حيوياً للدراسات الوراثية ، وعند الرغبة فى تركيز الصفات فى برامج التربية .

أهداف التربية

إن من أهم أهداف التربية فى الشليك مايلى :

١ – صفات النبات :

من الصفات الهامة التى يهتم بها المربى .. المحصول ، وقوة النمو ، وطبيعة الحمل (دائم الحمل ، أو ذو محصول واحد محدد) ، وموعد النضج ، ومقاومة البرودة ، ومقاومة البراعم الزهرية للصقيع ، وتحمل الحرارة العالية ، وطول فترة الراحة ، والنضج المركز ، ومقاومة الأمراض ، والأكاروس .

٢ – صفات الثمار :

من الصفات الثمرية التى يهتم بها المربى .. الحجم ، والتناظر Symmetry ، والشكل ، وصلابة القشرة واللب ، واللونان الخارجى والداخلى ، والبريق gloss ، والطعم ، وسهولة إزالة كأس الزهرة ease of capping ، ومحتوى الثمار من الفيتامينات ، والمواد الصلبة الذائبة ، والحموضة ، ومقاومة الأعفان (عن Scott & Lawrence ١٩٧٥) .

التربية لتحسين صفات الجودة

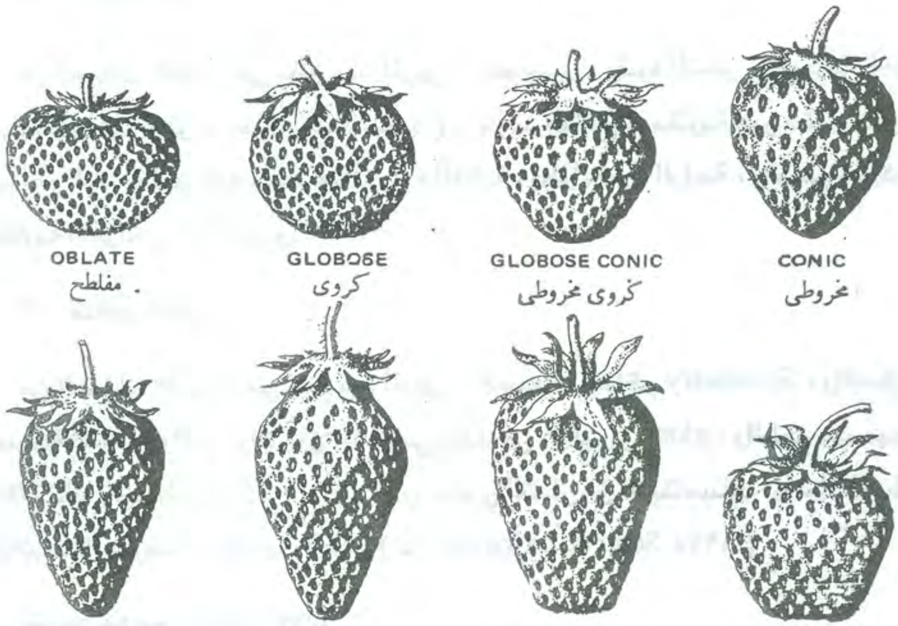
تتعدد صفات الجودة فى الشليك ، ونذكر منها مايلى :

١ – شكل الثمرة :

يتباين شكل الثمرة حسب ذوق المستهلك . ويبين شكل (١٣–٣) معظم الأشكال المعروفة لثمرة الشليك .

٢ – حجم الثمرة :

تجمع الدراسات الوراثية على أن صفة حجم الثمرة كمية ، إلا أنها تختلف بشأن تقديرات درجة توريثها التى تراوحت بين المنخفضة (٢٠ر٠) والمرتفعة . ويؤكد Bringhur-sit & Voth (١٩٨٠) أن درجة توريث تلك الصفة مرتفعة ، وأن معظم التباين الوراثى فيها إضافى ، وأنه لا يخشى من فقد الصفة عند إجراء تلقيحات مع أنواع برية – بهدف نقل صفات مرغوبة منها – إذ يكفى ثلاثة تهجينات رجعية إلى الشليك التجارى لاستعادة حجم الثمرة . وكان الصنف Sequoia قد استخدم – لسنوات عدية – كمصدر أساسى لصفة الثمار الكبيرة الحجم فى برامج التربية فى كاليفورنيا ، ثم استبدل بالصنف Tufts .



شكل (١٣-٣) : أشكال الثمار فى الشليك .

وقد وجدا ارتباط وراثى - قدر بنحو ٦٥ر٠ - تبين صفة حجم الثمار وكمية المحصول (Hansche وآخرون ١٩٦٨) .

ويعتقد أن الجينات المسئولة عن صفة الثمار الكبيرة الجحم ترجع إلى النوع F. chi-loensis ، الذى تتميز بعض نباتاته البرية بثمارها الكبيرة ، كما أن ثمار النباتات الناتجة من التهجين بينه وبين الأصناف التجارية تكون كبيرة الحجم بشكل واضح . وعلى العكس من ذلك .. فإن ثمار معظم نباتات النوع F. virginiana صغيرة الحجم ، كما أن ثمار النباتات الناتجة من التهجين بينه وبين الأصناف التجارية تكون صغيرة الحجم ، حتى ولو استعمل فى إنتاجها أكبر النباتات البرية ثماراً . ويلزم - فى حالة إجراء هذا التهجين - عمل تهجينين رجعيين على الأقل ؛ لاستعادة حجم الثمرة الكبيرة فى الصنف التجارى .

يراعى عند الانتخاب لصفة الثمار الكبيرة - أن حجم الثمرة يتناقص - فى العنقود الواحد - حسب وضعها ؛ حيث تكون ثمرة الوضع الأولى Primary Position أكبرها حجما ، ويليها الوضع الثانوى Secondary ؛ فالوضع الثالث Tertiary .

وبرغم تشابه جميع الأصناف فى هذا الأمر .. إلا أن معدل التناقص فى حجم الثمرة فى العنقود الواحد يكون فى الأصناف ذات الثمار الكبيرة الحجم أعلى مما فى الأصناف ذات الثمار الأصغر حجماً .

ومن أكبر الأصناف من حيث حجم ثمارها : Belrubi ، و Catskill ، و Gurdian ، وGorella ، و Sequoia ، و Tioga ، و Titan ، و Vespar .

٣ - صلابة الثمار :

إن صفة صلابة الثمار ذات درجة توريث مرتفعة نسبياً ؛ حيث قدرت بنحو ٤٦ر٠ (Hansche وآخرون ١٩٦٨) .

وتعتمد الصلابة على كل من صلابة اللب ، ومتانة الجلد . ومن أكثر الأصناف صلابة : Tennessee Shipper ، و Tioga ، و Apollo ، و Dixieland . وكان Blakemore أول ما أنتج من الأصناف الصلبة .

٤ - الطعم والنكهة :

يتوقف الطعم والنكهة المرغوبتان على ذوق المستهلك . ويعد الصنف Fairfax من أفضل الأصناف الأجنبية فى هذا الشأن .

٥ - لون الثمار :

وجد أن لون الثمار الأحمر القانى صفة كمية سائدة جزئياً ، وذات درجة توريث مرتفعة قدرت بنحو ٨١ ر٠ ويعتبر الصنف Earlibelle من الأصناف الأجنبية ذات اللون الجيد داخلياً وخارجياً ، علماً بأن كلتا الصفتين كميتان .

٦ – سهولة فصل الكأس عن الثمرة :

ترتبط تلك الصفة -- إلى حد ما – بصفة الثمار الطرية . ويعد الصنفان Tioga ، وRedchief من الأصناف القليلة التى تجمع بين صلابة الثمار ، وسهولة فصل كأس الثمرة عن العنق .

٧ – فيتامين جـ :

وجد أن محتوى ثمار الشليك من حامض الأسكوربيك (فيتامين جـ) صفة كمية ، وقد قدرت درجة توريثها بنحو ٤١ر٠ (Lundergan وآخرون ١٩٧٥) ، وذكر أنها سائدة جزئياً . تتباين الأصناف – كثيراً – فى تلك الصفة ، ويصل محتوى بعضها إلى أكثر من ١٠٠ مجم حامض أسكوربيك / ١٠٠ جم من الثمار الطازجة .

٨ – حامض الإلاجك Ellagic Acid :

إن حامض الإلاجك مركب فينولى ، يوجد – طبيعياً – فى عديد من الأنواع النباتية . وقد أظهر الحامض نشاطاً ملحوظاً ضد التأثيرات المطفرة والسرطانية لثلاث مجموعات – على الأقل – من المركبات الكيميائية المحدثة للسرطان . ويعتبر الشليك من الأنواع النباتية التى تتميز بارتفاع محتواها من هذا الحامض ، كما وجدت اختلافات جوهرية بين أصناف الشليك فى هذا الشأن . ولم تقتصر هذه الاختلافات بين الأصناف على الثمار الحمراء الناضجة ، بل وجدت – كذلك – فى الثمار الخضراء ، وفى الثمار الحقيقية الفقيرة achenes بكل من الثمار الكاذبة المتجمعة الخضراء والحمراء الناضجة ، وفى الأوراق . ولكن لم توجد علاقة منتظمة بين محتوى الأجزاء النباتية المختلفة من الحامض . وقد تراوح محتوى الحامض – فى عديد من سلالات الشليك – من ٤٣ر٠ – ٦٤ر٤ مجم / جم وزن جاف من لُب الثمار الناضجة ، ومن ٣٧ر١ – ٦٥ر٢١ مجم / جم من الثمار الفقيرة بالثمار الحمراء الناضجة ، ومن ٨٠ر٨ – ٣٠ر٣٢ مجم / جم وزن جاف من الأوراق (Mass وآخرون ١٩٩١) .

٩ – الحموضة والمواد الصلبة الذائبة :

تفيد الحموضة العالية فى الاحتفاظ بلون جيد للثمار عند التعليب ، وتتفاوت الأصناف

كثيراً فى محتوى ثمارها من المواد الذائبة . وقد وجد أن الحموضة المعايرة المنخفضة صفة سائدة جزئياً ، بينما يكون المحتوى العالى من المواد الصلبة الذائبة صفة سائدة .

التربية لتحسين المحصول

لقد بدأت التربية لتحسين المحصول فى الشليك منذ بداية القرن التاسع عشر ، حينما أجرى الانتخاب على نباتات بذرية نتجت طبيعياً ، أو أنتجت – صناعياً – من عشائر الجنس Fragaria ، التى كانت شائعة حينئذ ، وهى : F. chiloensis ، و F. virginiana، وأصناف الشليك F.x ananassa التجارية ؛ مثل : Keens Seedlings ، و Methven ، و Scarlet ، و Blak Prince ، والصنفين الأوروبيين : Jucunda ، و Royal Soverign . وقد استخدمت تلك الأصناف – فيما بعد – كمصدر للجيرمبلازم فى معظم برامج التربية (عن Sjulin & Dale ١٩٨٧) .

إن المحصول المرتفع صفة كمية معقدة ، إلا أن Hansche وآخرين (١٩٦٨) وجدوا أن درجة توريثها مرتفعة نسبياً ؛ حيث قدروها بنحو ٤٨ر٠ وكان المحصول مرتبطاً بصفة الثمار الكبيرة الحجم . ويذكر Bringhurst & Voth (١٩٨٠) أن الصنف Lassen كان المصدر الأساسى لصفة المحصول المرتفع فى برامج التربية فى كاليفورنيا .

يتأثر محصول الشليك بعدد كبير من العوامل ؛ من أهمها : المحصول / نبات ، عدد التيجان / وحدة المساحة ، وعدد الأوراق / تاج ، وعدد الأوراق / نبات ، وحجم النبات ، وعدد النورات الزهرية / نبات ، وعدد الثمار / نورة ، وعدد الثمار / نبات ، وعقد الثمار ، وعدد الثمار الحقيقية الفقيرة / ثمرة كاذبة .

وقد أكدت دراسات Strik & Proctor (١٩٨٨) أن عديداً من العوامل السابقة تؤثر على محصول النبات فى التركيب الوراثى الواحد ، وأن الأصناف المتساوية فى المحصول قد تختلف – وراثياً – عن بعضها البعض فى المكونات المؤثرة فى ذلك المحصول ؛ وهو ما يعنى إمكان تحقيق مزيد من التقدم فى المحصول ؛ بتهجين أصناف متساوية فى كمية المحصول التى تنتجها كل منها .

وفى دراسة على سبعة أصناف تجارية من الشليك (Strik & Proctor ١٩٨٨ أ) ..

وجدت اختلافات بينها – على امتداد موسم النمو – فى : الوزن الجاف للنبات ، والمساحة الورقية ، ومعدل النمو النسبى relative growth rate ، ومعدل النمو المطلق absolute growth rate ، ونسبة المساحة الورقية leaf area ratio ، والوزن الجاف للتيجان . هذا .. إلا أن الصفة الأخيرة فقط – أى الوزن الجاف للتيجان – هى التى ارتبطت –أثناء فترة الإثمار – بالاختلافات فى المحصول بين الأصناف .

ويحاول الباحثون الاستفادة من مختلف الصفات الفسيولوجية – التى تتوفر فى بعض الأنواع البرية – والتى يمكن أن يكون لها تأثير فى المحصول . ونأخذ – مثالاً على ذلك –دراسات Cameron & Hartley (١٩٩٠) – التى قارنا فيها عدة سلالات خضرية أنثوية من النوع F. chilonensis بصنف الشليك Totem – والتى توصلا منها إلى مايلى :

١ – كان النوع البرى أعلى فى تمثيل الكربون من الصنف التجارى بمقدار٢٥ ٪ –٦٩ ٪ على أساس المساحة الورقية ، وبمقدار ٧ ٪ – ٧٧ ٪ على أساس الوزن الجاف لأوراق .

٢ – كانت معظم سلالات النوع البرى أعلى فى معدل التوصيل الثغرى Stomatal Conductance ، وكان بعضها أعلى فى معدل النتح من الصنف التجارى .

٣ – كانت جميع السلالات أعلى فى كفاءة استخدام الماء Water Use Efficiency من الصنف التجارى .

ويعد حجم الثمرة من أهم مكونات المحصول فى الشليك ، وقد سبقت مناقشة تلك الصفة ضمن التربية لتحسين صفات الجودة .

ولكلٍ من صفتى الحمل الدائم everbearing ، وإنتاج المدادات أهمية بالغة فى محصول الثمار ؛ حيث يؤدى الحمل الدائم – بمعنى عدم الحاجة إلى فترة ضوئية معينة للإزهار – إلى زيادة المحصول ؛ بسبب استمرار الإنتاج لفترة طويلة . وتبعاً لـ Bringhurst & Voth (١٩٨٠) .. فإن جميع سلالات التربية والأصناف التجارية –المحايدة للفترة الضوئية – استمدت تلك الصفة من نبات واحد من النوع F. virginiana ، وجد نامياً بالقرب من مدينة Salt Lake City بولاية يوتاه الأمريكية .

وقد تباينت نتائج الدراسات الوراثية التى أجريت على هذه الصفة ؛ فأظهر بعضها أن الحمل الدائم صفة سائدة تتأثر بالتفاعلات الجينية ، وأوضحت دراسة أخرى أن الصفة

كمية يتحكم فيها ٦ أزواج من الجينات بعضها سائد ، وبعضها متنح ، وأنها ذات تأثير متجمع ، بينما يكون تأثير السيادة قليلاً . وتذكر دراسة ثالثة أن صفة الحمل الدائم يتحكم فيها زوجان من الجينات السائدة المكملة لبعضها البعض .

أما إنتاج المدادات runners .. فإنه يتأثر بالعوامل البيئية ؛ خاصة الفترة الضوئية ودرجة الحرارة ؛ فتنتج الأصناف القصيرة النهار مدادات فى النهار الطويل بعد أن تكون قد تعرضت لفترة من البرودة ، ولكن الأزهار تتكون - بدلاً من المدادات - إذا صاحب النهار الطويل حرارة منخفضة تقل عن ١٦°م .

وقد قيم Simpson & Sharp (١٩٨٨) الأنسال الدائمة الحمل (التى نتجت من تهجينات بين ثلاثة تراكيب وراثية قصيرة النهار ، وأربعة دائمة الحمل) بالنسبة لصفتى المحصول المبكر وإنتاج المدادات .

وقد وجد الباحثان أن القدرة العامة على التآلف كانت هامة بالنسبة لمحصول الثمار ، بينما كانت القدرة الخاصة على التآلف أهم بالنسبة لإنتاج المدادات . وأوضحت النتائج أن من الممكن إنتاج سلالات دائمة الحمل ، تجمع بين صفة المحصول المبكر والإنتاج المناسب من المدادات . وكانت دراسات سابقة قد أوضحت أن وراثة تكوين المدادات معقدة فى الشليك التجارى ، وبسيطة - مع سيادة تكوين المدادات - فى النوع F. vesca .

وتعد دراسة Ahmadi وآخرين (١٩٩٠) - بما تضمنته من حصر شامل للدراسات السابقة - مرجعاً متميزاً فى الموضوع . لقد أوضح الباحثون وجود ثلاثة مصادر مستقلة لصفة عدم الحساسية للفترة الضوئية فى الشليك ، هى كما يلى :

أ - الصنف الفرنسى Gloede الذى أنتج فى سنة ١٨٦٦ .

ب - بادرة أو طفرة وجدت فى الصنف Bismark فى نيويورك ؛ بواسطة S. Cooper، وأنتج منها الصنف المحايد للفترة الضوئية Pan American فى عام ١٨٩٨ .

جـ - نباتات محايدة للفترة الضوئية ، وجدت فى عام ١٩٧٩ ضمن نباتات التلقيح الرجعى الأول للشليك ، بعد التهجين بين الشليك وثلاثة نباتات متأخرة الإثمار من النوع F. virginia كانت قد وجدت نامية بالقرب من مدينة Salt Lake City بولاية يوتاه .

وقد استخدمت النباتات المنتخبة من التلقيح الرجعى المذكور فى إنتاج الأصناف المحايدة للفترة الضوئية Aptos ، و Hecker ، و Brighton ، وهى التى كانت الأساس لماتلاها من أصناف محايدة للفترة الضوئية فى كاليفورنيا .

وتبين من دراسات Ahmadi وآخرين (١٩٩٠) أن وراثة عدم الحساسية (أو عدم الاستجابة) للفترة الضوئية تختلف فى أنواع الشليك الثمانية التضاعف عنها فى الأنواع الثنائية . ففى الأنواع الثمانية F. x ananassa ، و F. chilonesis ، و F. virginiana .. كانت تلك الصفة بسيطة وسائدة ، كما ظهر تأثير هذا الجين فى الجيل الأول للهجن النوعية بين أى من الأنواع الثمانية التضاعف السابقة ، وأنواع أخرى من الجنس Fragaria ، وكذلك فى الجيل الأول للهجن الجنسية بينها وبين أى من النوعين القصيرى النهار : Potentilla glandulosa ، و P. fruticosa . أما فى النوع الثنائى المحايد للفترة الضوئية F. vesca .. فإن صفة عدم الحساسية للفترة الضوئية كانت متنحية فى الطرز الأوروبية (التى لم يعثر فيما بينها على نباتات حساسة للفترة الضوئية) ، بينما تحكم فى صفة الحساسية للفترة الضوئية – التى وجدت فى بعض الطرز التى نشأت مستقلة فى كاليفورنيا من هذا النوع – ثلاثة جينات سائدة .

وتعد مقاومة الملوحة من أهم الصفات التى تسهم فى زيادة المحصول فى الشليك ؛ نظراً لحساسيته الشديدة لأى ارتفاع – ولو طفيفاً – فى هذا العامل البيئى . ويعد الصنف تايوجا من أكثر الأصناف حساسية للملوحة ، يليه الصنف فرزنو ، بينما يعد الصنفان ساليناس ، وسيكويا على درجة متوسطة من المقاومة للملوحة .

التربية لمقاومة الآفات

١ – المقاومة لمرض ذبول فيرتيسيلليم :

يسبب الفطران Verticillum albo - atrum ، و V. dahlia مرض ذبول فيرتيسيلليم فى الشليك ، وتتوفر المقاومة للفطر ، وهى ذات درجة توريث مرتفعة قدرت بنحو ٧٣ر٠ ، ويتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى (Bringhurst وآخرون ١٩٦٨) .

ومن الأنواع البرية التى تتوفر فيها المقاومة : F. virginiana ، و F. chiloensis . ومن

الأصناف المقاومة : Aberdeen ، و Catskill ، و Gala ، و17 Howard ، و Salinas ، و Surecrop ، و Wiltguard . ويتم تقييم النباتات الصغيرة للمقاومة بغمر جذورها لمدة ساعة فى معلق لجراثيم الفطر الكونيدية ، ثم زراعتها فى أرض رملية ، تتراوح درجة الحرارة فيها من ٢٠ - ٢٥°م .

٢ - المقاومة لمرض تبقع الأوراق :

يسبب الفطر Mycospherella fragariae مرض تبقع الأوراق فى الشليك ، وتوجد عدة سلالات من الفطر ، كما تتوفر المقاومة للفطر فى عدد كبير من الأصناف ، ولكنها تكون ضد سلالة أو سلالات معينة منه . ومن الأصناف المقاومة للمرض : Dabreak ، و Albritton ، و Fairfax ، و Massey ، و Midland ، و Missonary ، و Surecrop .

٣ - المقاومة لمرض البياض الدقيقى :

يسبب الفطر Sphaerotheca macularis مرض البياض الدقيقى فى الشليك ، وتتوفر المقاومة فى كل من الشليك وبعض الأنواع البرية للجنس Fragaria . ومن أصناف الشليك المقاومة : Siletz ، و Puget Beauty . ومن الأنواع البرية المقاومة F. vesca ، الذى وجد أن مقاومته يتحكم فيها زوجان من الجينات .

وفى دراسة تضمنت ٣٢ سلالة خضرية من عدة مصادر أمريكية المنشأ .. أوضحت الانعزالات الوراثية أن وراثة المقاومة للبياض الدقيقى يتحكم فيها زوجان من جينات ذات تأثير إضافى ، وجين ثالث - متفوق عليهما - خاص بالقابلية للإصابة .

٤ - المقاومة لمرض الأنثراكنوز :

يسبب الفطر Colletotrichum fragariae مرض الأنثراكنوز فى الشليك . ويجرى اختبار المقاومة بزراعة الفطر فى بيئة دقيق الشوفان مع الآجار ، ثم رش معلق مائى لجراثيم الفطر الكونيدية على تيجان النباتات ، عند درجة حرارة تتراوح من ٢٥ - ٣٥°م .

٥ - المقاومة لمرض عفن الجذر الأحمر :

يسبب الفطر Phytophthora fragriae مرض عفن الجذر الأحمر ، أو القلب الأحمر

red core فى الشليك ، ويتوفر نوعان من المقاومة للفطر : مقاومة تامة (وتوجد فى بعض الأصناف ؛ مثل : Earliglow ، و Guardian ، و Redchief) ، ومقاومة جزئية (وتوجد فى الصنف Cambridge Favourite) . ويتحكم فى المقاومة التامة جين واحد سائد ، بينما تعد المقاومة الجزئية كمية (van de Weg وآخرون ١٩٨٩) .

يفضل – دائماً – توجيه جهود التربية نحو المقاومة الجزئية (مقاومة الحقل) ؛ بسبب كثرة السلالات الفسيولوجية للفطر ؛ الأمر الذى يجعل المقاومة التامة غير ذات قيمة ؛ بمجرد ظهور سلالة جديدة من الفطر قادرة على التغلب عليها .

تتوفر المقاومة للفطر المسبب لمرض عفن الجذر الأحمر فى بعض الأنواع البرية ؛ مثل : F. chiloensis ، و F. virginiana ، وفى عدد كبير من أصناف الشليك التجارية مثل : Cambridge Favourite ، و Midway ، و Redchief ، و Redglow ، و Sparkle ، وSunrise ، و Surecrop ، و Columbia . ويعتقد أن جميع أصناف الشليك الأمريكية المقاومة تستمد مقاومتها من أربعة مصادر رئيسية ؛ هى : سلالات مقاومة منتخبة من النوعين السابقين ، والصنفان Aberdeen ، و Md 683 ، علما بأن الصنف الأخير يستمد مقاومته – أصلاً – من الصنف Frith .

ويبين جدول (١٣-٤) مقاومة كل من تلك المصادر الأربعة لعشر سلالات أمريكية من الفطر.

يجرى اختبار التقييم لمقاومة مرض عفن الجذر الأحمر بغمس البادرات – حينما يتراوح عمرها من أربعة أسابيع إلى ستة أسابيع – فى ملاط رقيق القوام من هيفات الفطر مع الآجار والماء ، ثم زراعتها مباشرة فى الرمل . ويفضل – عند إجراء الاختبار – أن يكون الرى غزيراً ، وأن تكون الحرارة منخفضة ، وتتراوح من ١٥ – ١٨°م . ويساعد الرى بالرش على إحداث إصابات ثانوية بالفطر . نترك النباتات لمدة خمسة شهور ، ثم تقلع ، وتغسل جذورها وتفحص ، وتعاد زراعة النباتات المقاومة فى الحقل .

٦ – المقاومة للعنكبوت الأحمر :

تتوفر المقاومة للعنكبوت الأحمر Tetranchys urticae فى عدة أصناف من الشليك ؛

مثل : الصنف Lassen ، وبعض الأصناف التى تنحدر منه .

جدول (١٣-٤) : تفاعل مصادر المقاومة للفطر المسبب لمرض عفن الجذر الأحمر مع سلالات الفطر فى الولايات المتحدة .

المصدر	السلالة									
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
F. chiloensis										
Del Norte	R	S	R	S	R	S	R	R	R	S
Yaquina	R	R	R	R	R	R	R	R	S	S
F. virginiana										
Sheldon	R	R	R	R	S	-	-	-	-	-
N 3953	R	R	R	-	R	-	-	-	-	-
F. x ananassa										
Aberdeen	R	R	S	R	S	S	R	S	R	R
Frith (Md 683)	R	S	R	R	R	R	S	R	R	R

R = مقاوم Resistant .

S = قابل للإصابة Susceptible .

- = غير معلوم .

وترتبط المقاومة بالاختفاء شبه التام للشعيرات من على الأوراق وأعناق الأوراق (Scott & Lawrence ١٩٧٥) .

هذا .. وقد قدم Scott وآخرون (١٩٧٣) حصراً بحالات المقاومة للأمراض فى ٥٧ صنفاً من الشليك ، كما قدم Galletta (١٩٨٠) عرضاً لجهود التربية لمقاومة الأمراض، وقدم Barritt (١٩٨٠) عرضاً لجهود التربية لمقاومة الحشرات والأكاروس .

مصادر إضافية فى تربية الشليك

من أبرز مراجع تربية الشليك - التى يمكن الحصول منها على مزيد من التفاصيل - كل من : Darrow (١٩٣٧ ، و١٩٦٦) ، و Scott & Lawrence (١٩٧٦) . ويمكن الرجوع إلى Galletta وآخرين (١٩٨١) بخصوص تفاصيل برنامج التربية المتبع فى وزارة الزراعة الأمريكية ، و Galletta & Mass (١٩٩٠) بخصوص وراثة الصفات فى الشليك .

الفصل الرابع عشر

تربية البطاطا

يطلق على البطـاطا اسم " بطاطا حلوة " ، أو " فندال " فى عـدد من الدول العـربيـة ، بينما يقتــصر استعمال اسم " بطـاطا " فى هــذه الدول على المحـصول المعروف باسم " بطاطس " فى مـصـر . تعـرف البطاطـا فى الإنجليـزية باسم Sweet Potato ، واسمـهـا العلمى .Ipomoea batatas (L) Lam . وهى أهم مـحاصيل الخضـر التى تـتبع العـائلة العليقية Convolvulaceae ، التى تضم نحو ٤٥ جنساً ، وحوالى ١٠٠٠ نوع .

الموطن وتاريخ الزراعة

لا يعـرف الموطن الأصلى للبطاطا على وجـه التـحديد ، ولكن يعـتـقد أنهـا نشـأت فى الأمريكتين . وأغلب الظن أن نشأتها كانت فى المنطقة الممتدة من جنوب المكسيك حتى شمال أمريكا الجنوبية . وقد وجدت بقايا جذور البطاطا فى بيرو ، وأمكن الاستدلال – من تحليل الكربون بها – على أن عمرها يتراوح من ٨٠٠٠ – ١٠٠٠٠ سنة قبل الميلاد (Yen ١٩٧٦) .

وتعتبر أمريكا الجنوبية أكثر المناطق الجغرافية غنى بالطرز البرية من البطاطا . وهى غنية بالاختلافات الوراثية من البطاطا ، والأنواع الأخرى من الجنس Ipomea ، خاصة فى المنطقة المحصورة بين غابات الأمازون ، ومرتفعات جبال الأنديز (Yen ١٩٧٤) . هـذا .. ولم تذكـر البطـاطا فى أى من حـضـارات العـالم القـديم ، سـواء فى مـصـر ، أم بابل ، أم الصـين ، أم فارس ، أم لدى الإغريق ، أم الرومان . ويعطى Persglove (٩٧٤) ، و Yen

(١٩٨٢) عرضاً لتاريخ زراعة البطاطا ، والطرق المحتملة التى انتشرت بها زراعتها فى المناطق الاستوائية من العالم القديم .

السيتولوجى والتطور والأنواع القريبة

إن البطاطا نبات سداسى التضاعف فيه ٢ن = ٦س = ٩٠ كروموسوماً . ونعرض - فيمايلى - دراسة Nishiyama التى قدمها فى عام ١٩٧١ (عن Yen ١٩٧٦) عن سيتولوجى البطاطا والأنواع البرية القريبة منه ، والتى قسم - على أساسها - الجنس Ipomoea إلى الأنواع التالية :

النوع	الاسم المرادف	٢ن (س = ١٥)	البنيةالكروموسومية
I. batatas var. batatas		٩٠	BBBBBB
I. batatas f. trifida	I. trifida	٩٠	BBBBBB
I. batatas var. littoralis	I. littoralis	٦٠	BBBB
I. batatas var. leucantha	I. leucantha	٣٠	BB
I. triloba var. triloba		٣٠	AA
I. triloba f. lacunosa	I. lacunosa	٣٠	AA
I. triloba f. trichocarpa	I. trichocarpa	٣٠	AA
I. triloba f. ramoni	I. ramoni	٣٠	AA
I. gracilis		٦٠	-
I. tiliacea		٦٠	-

ونظراً لأن البطاطا تتشابه مع الطراز trifida ، والصنفين النباتيين littoralis ، و leucantha فى احتوائها على مضاعفات للهيئة الكروموسومية B .. لذا يعتقد بأنها نشأت عنها . وقد قدم هذا التفسير نظراً لأن مجرد مضاعفة كروموسومات I. batatas var. leucantha إلى المستوى السداسى لا يترتب عليه إنتاج نباتات مشابهة للبطاطا المزروعة . ويبدو أن التضاعف الذاتى لكروموسومات هذا الصنف النباتى قد صاحبها - أثناء حدوثها فى الطبيعة - تغيرات جينية وكروموسومية .

وبالرغم من هذه التغيرات .. فلا يزال يوجد قدر كاف من التشابه ، ليس فقط بين

الكروموسومات المتناظرة homologous chromosomes ، وإنما كذلك بين الكروموسومات شبه المتناظرة homoelogous chromosomes (Nishiyama وآخرون ١٩٧٥) .

وبالرغم من الاجتهادات السابقة عن تطور البطاطا .. فإن نشأتها مازالت غير معروفة على وجه اليقين ، وخاصة أن عديداً من صفات البطاطا المزروعة ليس لها نظير فى الطرز البدائية . ومن أملثة تلك الصفات : الجذور المتدرنة الخازنة ، والنموات الخضرية غير المتسلقة ، ولون البيديدرم الأحمر ، ولون الجذور الداخلى البرتقالى (عن Martin & Jones ١٩٨٦) .

ولمزيد من التفاصيل عن نشأة وتطور البطاطا .. يراجع كل من :Purseglove (١٩٧٤)، و Yen (١٩٧٦) ، و Yen (١٩٨٢) ، و Nishiyama (١٩٨٢) .

أسس وطرق التربية

فسيولوجيا الإزهار

تخلف أصناف وسلالات البطاطا من حيث قدرتها على الإزهار تحت الظروف المصرية ، فبعضها لايزهر إطلاقاً ، والبعض يزهر ولايعقد بذوراً ، والبعض الآخر يزهر ويعقد بذوراً بوفرة (شكل ١٤ - ١) .

وتعتبر البطاطا من نباتات النهار القصير بالنسبة للإزهار (McCelland ١٩٢٨ عن Piringer ١٩٦٢) ؛ فهى تزهر فى فترة ضوئية طولها ١١ ساعة ونصف الساعة ، أو أقل من ذلك ، ويتوقف إزهارها - تماماً - فى نهار طوله ثلاث عشرة ساعة ونصف الساعة (Kay ١٩٧٣) .

وقد وجد Campbell وآخرون (١٩٦٣) أن إزهار البطاطا كان سريعاً وبوفرة فى فترة ضوئية مدتها عشر ساعات ، بينما حدث نقص جوهرى فى عدد الأزهار التى أنتجها كل نبات بزيادة الفترة إلى ١٦ ساعة ؛ لذا .. فإنه نادرا ما تزهر البطاطا فى المناطق التى تبعد بمقدار ٣٠ درجة شمالا - أو جنوباً - عن خط الاستواء (Purseglove ١٩٧٤) ، وعلى خلاف الإزهار .. فإن تكوين الجذور المتدرنة لا يتأثر بالفترة الضوئية .



شكل (١٤-١) : نبات بطاطا مزهر.

وسائل حث البطاطا على الإزهار

لا تزهر جميع أصناف وسلالات البطاطا بدرجة واحدة ، ولا يزهر بعضها – مطلقا –

خاصة فى المناطق التى تبعد عن خط الاستواء بأكثر من ٣٠ درجة .

وبرغم الاعتقاد بأن جميع الأصناف والسلالات تزهر فى المناطق الاستوائية .. إلا أنها لاتزهر فى وقت واحد ، ولا بدرجة واحدة ، ولاتتساوى من حيث إنتاجها للبنور (Yen ١٩٧٤). ولما كان اللجوء إلى التكاثر الجنسى هو أهم وأكثر الوسائل فاعلية فى مجال تربية النبات .. لذا اهتم المربون باستكشاف الوسائل الكفيلة بحث نباتات البطاطا على الإزهار . وبرغم أنه يمكن تحسين الإزهار فى البطاطا بالانتخاب الوراثى (Martin ١٩٨٢) .. إلا أن ذلك ليس أمرا عملياً ، ولا يجدى عند الرغبة فى الحصول على انعزالات وراثية سريعة من أى جيرمبلازم يتعامل معه المربى . ونذكر - فيما يلى - أهم الوسائل والمعاملات التى أجريت لحث نباتات البطاطا الصعبة الإزهار على الإزهار .

١ - تعريض النباتات لفترة ضوئية قصيرة مناسبة ، إما بالتحكم فى موعد الزراعة ، وإما بحجب الضوء عن النباتات لفترة معينة يومياً .

٢ - الزراعة فى مزارع مائية ؛ حيث لا تتكون للنباتات جذور متدرنة فى تلك المزارع ؛ وبذا .. يبقى محتوى الكربوهيدرات فى النموات الهوائية مرتفعاً ، وهو ما يحفزها على الإزهار (عن استينو وآخرون ١٩٦٣) . هذا .. إلا أن دراسات Lardizabal & Thompson (١٩٨٨) فى هذا المجال أتت بنتائج عكسية ؛ حيث وجدا - فى جميع الأصناف التى درست وعددها أربعة - أن عدد الأزهار المنتخبة كان أقل فى المزارع المائية مما لو كانت الزراعة فى بيئة قوامها البيت موس (Peat -lite Mix) ، برغم أن النباتات لم تكوّن جذوراً متدرنة فى المزارع المائية .

٣ - أوضحت الدراسة السابقة أن زيادة مستوى البورون ، والمغنيسيوم ، أو الحديد فى المحلول المغذى - فى أى من بيئتى الزراعة - أدت إلى زيادة عدد الأزهار فى أحد الأصناف المستخدمة ، وهو Southern Delite .

٤ - تحليق سيقان النباتات الصعبة الإزهار قريبا من سطح التربة ؛ لرفع مستوى المواد الكربوهيدراتية فى نمواتها الخضرية ؛ الأمر الذى يحفزها على الإزهار . وقد اتبعت الطريقة التالية فى مصر بنجاح :

أ - تزرع البطاطا - بالعقلة ، أو بالشتلة - فى شهرى مارس وأبريل على خطوط بعرض مترين ، وعلى مسافة متر واحد بين النباتات فى الخط .

ب - تثبت دعائم خشبية بطول ثلاثة أمتار (منها نصف متر فى التربة) ، وعلى مسافة أربعة أمتار من بعضها البعض فى الخط ، ثم تثبت ٥ - ٦ أسلاك رفيعة على هذه الدعائم ؛ بحيث يبعد أول سلك عن الأرض بمقدار ٥٠ سم ، وتكون بقية الأسلاك على مسافة ٢٥ سم من بعضها البعض .

جـ - يربى كل نبات على فرع واحد ؛ حتى يصل إلى السلك الأول ، ثم يربى منه فرعان ، ثم يترك لينمو طبيعيا بعد ذلك ، مع التخلص من جميع النموات التى تظهر قريبا من سطح التربة ، وتربط التفرعات العلوية مع الأسلاك .

د - تحلق النباتات فى شهر سبتمبر ؛ حيث تزهر فى شهرى أكتوبر ونوفمبر .

هـ - تحاط النباتات - فى شهر ديسمبر - بوقايات من الحصر ، تثبت بارتفاع ثلاثة أمتار حول المزرعة ، وبين خطوط الزراعة .

و - تزال الحصر فى شهر مارس ، وتنزع الأوراق الميتة ، ويعتنى برى النباتات وتسميدها ؛ حيث تزهر مرة أخرى فى نفس الشهر .

وقد أمكن - بهذه الطريقة - الاحتفاظ بالنباتات لمدة خمس سنوات ، مع إزهارها مرتين سنويا فى بداية الربيع (شهر مارس) ، وأثناء الخريف (فى شهرى أكتوبر ونوفمبر) (مذكرات فى تربية المحاصيل البستانية كلية الزراعة - جامعة عين شمس ١٩٧٢) . وتسمح هذه الطريقة بزيارة الحشرات للأزهار ؛ الأمر الذى يساعد على زيادة نسبة العقد .

٥ - تطعيم السلالات الصعبة الإزهار على السلالات السهلة الإزهار :

أمكن (فى كلية الزراعة - جامعة القاهرة) زيادة عدد الأزهار المنتجة يوميا ، وزيادة نسبة النباتات المزهرة فى السلالات الصعبة الإزهار أرقام : ٥ ، و٦ - ١١ ، و١ - ١ ؛ وذلك بتطعيمها على أصول من الصنف مبروكة الذى يزهر بسهولة ، ولكن وجدت اختلافات بين السلالات فى مدى استجابتها للتطعيم .

وعندما طعم الصنف مبروكة على أصول من سلالات صعبة الإزهار .. تأخر ظهور أول زهرة فى الصنف مبروكة بمدة تراوحت من ٧ - ١٢ يوما حسب السلالة المستخدمة كأصل (Stino وآخرون ١٩٦٩) . ويجرى التطعيم بالساق على الساق أو بالجذر المتدرن على الجذر المتدرن ، أو بالساق على الجذر المتدرن (طريقة جعفر وملر) .

٦ - تطعيم السلالات الصعبة الإزهار على أصول من أنواع أخرى من الجنس Ipomoea :

عندما يكون التطعيم على أصول لا تكون جذورا متدرنة .. فإن مستوى المواد الكربوهيدراتية يظل مرتفعاً فى النموات الخضرية للبطاطا ؛ الأمر الذى يحفزها على الإزهار ، ولكن الإزهار قد يرجع إلى " محفزات " أخرى تنتقل من الأصل إلى الطعم - عبر منطقة الالتحام بينهما - وتدفعه إلى الإزهار . فمثلاً أدى استخدام تحت النوع Ipomoea carnea ssp. fistulosa (نبات نجمة الصباح) كأصل للصنف Southern Delite - إلى زيادة كبيرة فى إزهاره Lardizabal & Thompson (١٩٨٨) . وقد استنبط Dukes وآخرون (١٩٩٠) سلالة من هذا النبات تميزت بفاعلية كبيرة فى دفع نباتات البطاطا للإزهار عند تطعيمها عليها .

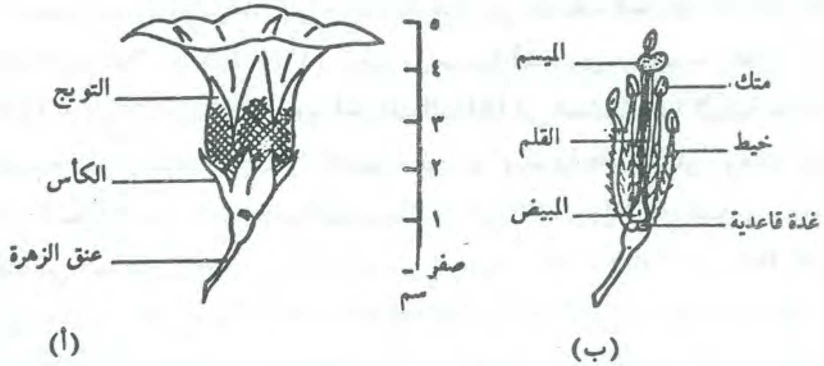
٧ - المعاملة بمنظمات النمو :

أمكن دفع نباتات الأصناف Goldrush ، و Porto Rico ، و Yellow Jersey إلى الإزهار ؛ بمعاملتها بالأوكسين 2,4-D (عن Edmond وآخرين ١٩٧٥) . كذلك أدت المعاملة بالجبريللين أو الإثيفون إلى زيادة الإزهار فى صنف البطاطا Shore Gold (Lardizabal & Thompson ١٩٨٨) . وفى دراسة أخرى .. وجد Lardizabal &Thompson (١٩٩٠) اختلافات بين أصناف البطاطا فى استجابتها لأربعة منظمات للنمو بالنسبة لكل من عدد الأزهار المنتخبة / نبات ، ونسبة عقد الثمار ، وعدد البذور / نبات ؛ فكان أفضل منظمات النمو تأثيراً فى الإزهار وإنتاج البذور حامض الجبرلليك فى الصنف Jewel ، و 2,4 -D فى الصنف Shore Gold ، و BA (اسمه الكيميائى: N-Phenylmethyl) - 1 H - Purin - 6 - amine) فى الصنف Vardaman. كذلك كان الإثيفون ذا تأثير جيد على عقد البذور فى الصنف Shore Gold . وأدى التطعيم على أصول من I. carnea spp. fistulosa إلى تحسن فى كل من الإزهار ، ونسبة عقد الثمار ، وعدد البذور المنتجة ، كما كانت معاملة منظمات النمو مع التطعيم ذات تأثير إضافى على نفس القياسات .

هذا .. ويجب حصاد الثمار الناضجة - أولاً بأول - لأنها قد تسقط أو تتفتح ، وتنتثر منها البذور . ويكون نضج الثمار - تدريجياً - مثلما يكون ظهور الأزهار .

تحمل الأزهار فى نورات إبطية ، تحتوى كل منها على ١ - ٢٢ برعماً . تتفتح الأزهار فى مجموعات من زهرتين أو أكثر يومياً بعد الشروق بقليل ، وتذبل البتلات غالبا ، وتسقط قبل منتصف النهار، ولكنها تبقى متفتحة لفترة أطول من ذلك فى الجو البارد الملبد بالغيوم. يختلف لون الأزهار من الأبيض إلى درجات مختلفة من اللون الأرجوانى . يتراوح طول التويج من ٢٨ - ٦٣ مم ، وقطره من ٢٦ - ٥٦ مم . تلتحم بتلات الزهرة الخمس ، على شكل ناقوس ، وتتصل بها الأسدية - بالتبادل - عند القاعدة . وتكون الأسدية الخمس - غالباً - بيضاء اللون ، إلا أنها قد تكون على درجات مختلفة من اللون الأرجوانى هى الأخرى .

يتراوح طول الخيوط من ٥ - ٢١ مم فى الزهرة الواحدة ، ويؤثر ذلك فى موقع المتوك بالنسبة للميسم ، وهو ذو فصين . يحتوى المتاع على مبيضين ، يحتوى كل منها على بويضتين . أما السبلات الخمس .. فهى ورقية الشكل ومستديمة ، وقد تكون ملساء ، أو شعراء Pubescent . وتوجد غدد رحيقية عند قاعدة البتلات (شكل ١٤-٢) .



شكل (١٤-٢) : تركيب زهرة البطاطا : (أ) زهرة كاملة ، (ب) زهرة منزوع منها الكأس والتويج (عن Jones وآخرين ١٩٨٦) .

تكون المياسم مستعدة للتلقيح لمدة ساعتين فى الصباح الباكر بعد تفتح الزهرة بقليل ، وتنتثر حبوب اللقاح بعد ذلك بنحو ٣ - ٤ ساعات ؛ أى قبل منتصف النهار بقليل . ويمكن

لحبوب اللقاح أن تنبت على الميسم حتى بعد ذبول الأزهار بعدة ساعات .

تنتشر فى البطاطا ظاهرة عدم التوافق الاسبورفيتى ، والتلقيح فيها خلطى بالحشرات خاصة حشرة النحل .

الثمار والبذور

تنضج ثمرة البطاطا بعد شهر واحد من العقد ، وهى علبة ، تحتوى على ١ - ٤ بذور ، وقد تكون ملساء ، أو شعراء ، والبذور الناضجة مبططة من جانبين ، ودائرية من الجانب الآخر ، ويتراوح قطرها من ٣ - ٥ مم ، وذات لون بنى أو أسود . وقصرة البذرة سميكة بدرجة تمنع دخول الماء عند محاولة إنباتها (Purseglove ١٩٧٤ ، Jones وآخرون ١٩٨٦). ولاتستخدم بذور البطاطا إلا فى أغراض تربية المحصول .

طرق إجراء التهجينات

لإجراء التلقيح اليدوى فى البطاطا .. يلزم تكييس البراعم الزهرية فى اليوم السابق لتفتحها ؛ لكى لاتصل إليها حبوب لقاح غريبة (شكل ١٤ - ٣) ، على أن يجرى التلقيح فى صباح اليوم التالى . وليست هناك حاجة إلى عملية خصى الأزهار ؛ نظراً لأن البطاطا عديمة التوافق ذاتياً . وفى حالة الشك فى أن السلالات المستخدمة كأمهات متوافقة ذاتياً .. فإنه يلزم خصى الأزهار حوالى الساعة الخامسة إلى السادسة صباحاً من نفس اليوم الذى تجرى فيه عملية التلقيح (Purseglove ١٩٧٤) . ويستخدم جزء صغير من ماصة شراب لحماية الزهرة المخصبة من التلوث بحبوب لقاح غريبة .

إنبات البذور

لا يكون إنبات البذور منتظما ؛ بسبب شدة صلابة غلافها البذرى ، كما أن بعض البذور تكون فاقدة الحيوية ، ويمكن التخلص منها بتعويمها فى ماء يحتوى على مادة ناشرة مثل مسحوق الصابون . أما البذور المكتملة الحيوية .. فإنها ترسب فى القاع ، ويمكن تحسين إنباتها بإحدى معاملتين :



شكل (١٤-٣) : يشير الملقط إلى طور النمو البرعمى المناسب للتلقيح فى اليوم التالى ، بينما تظهر زهرة معزولة بكبسولة جيلاتينية على اليمين (عن Progeress Report - Asian Veg. Res. & Dev. Center - ١٩٨١) .

١ - خدش جزء من الغلاف البذرى الصلد بآلة حادة ، أو بإمرارها على مبرد ، وهى العملية التى تعرف باسم Scarification .

٢ - نقع البذور فى حامض الكبريتيك المركز لمدة نصف ساعة ، ثم غسيلها بالماء ، وزراعتها مباشرة . وتفضل هذه الطريقة عند الرغبة فى زراعة كمية كبيرة من البذور (Jones & Dukes ١٩٨٢) .

تكون زراعة البذور فى أصص ،أو شتالات (سبيدلنج ترايز) ثم تشتل النباتات بعد شهرين من النمو .

ومن المعروف أن بذور البطاطا يمكن تخزينها لفترات طويلة . ففى إحدى الدراسات .. وجد Jones & Dukes (١٩٨٢) أن نسبة إنبات البذور المخزنة لمدة ٢١ سنة كانت مماثلة للبذور الحديثة الحصاد ، وقدرت بنحو ٧٢ ٪ . هذا .. علما بأن ظروف التخزين كانت درجة

حرارة ١٨°م ، ورطوبة نسبية ٤٥ - ٥٠ ٪ خلال السنوات العشر الأخيرة من التخزين ، بينما كانت ظروف التخزين متباينة قبل ذلك . وتحتفظ بذور البطاطا بحيويتها لتلك الفترات الطويلة ؛ بفضل غلافها البذرى الصلد .

عدم التوافق

تنتشر ظاهرة عدم التوافق Incompatibiliy فى البطاطا ؛ الأمر الذى يجعلها عقيمة ذاتياً ، وتوجد الظاهرة - فى البطاطا - على طرازين :

١ - الطراز المعروف باسم heteromorphic incompatibility ، الذى يتميز باختلاف موقع المتوك (طول أقلام الأسدية) بالنسبة لموقع الميسم (طول قلم المتاع) ، والذى يكون أسبورفيتياً فى طبيعته (Simmonds ١٩٧٩) .

٢ - طراز جينات S المعروف باسم S - type ، وهو من النوع الاسبوروفيتى ، الذى يتميز بتفاعلات جينية معقدة ، حسب أليلات S التى توجد مجتمعة فى نفس الموقع الجينى ، والتى يمكن أن يصل عددها إلى ستة أليلات فى النبات الواحد ؛ نظراً لأن البطاطا سداسية التضاعف (Martin ١٩٨٢) .

ومما يزيد مشكلة العقم فى البطاطا تعقيداً أن الاضطرابات الكروموسومية Chromo-somal Aberrations قد تؤدى إلى ضعف فى إنتاج حبوب اللقاح (Yen ١٩٧٦) .

وفى سلالتين من النوع البرى I. trichocarpa .. أدت إزالة ميسم الزهرة إلى التغلب على حالة عدم التوافق ، وإنبات حبوب اللقاح ، إلا أن تلك المعاملة لم تفد فى ثمانية أصناف من البطاطا المزروعة (Hand & Soffe ١٩٧١) .

وتعرف بعض سلالات البطاطا المتوافقة - ذاتيا - مثل سلالة هاواى : HES 107 (Purseglove ١٩٧٤) .

ويمكن التغلب على حالة عدم التوافق الذاتى - أو الخلطى - بمعاملات خاصة ، تعتمد على فهم واضح للأساس الفسيولوجى للعقم ، الذى تسببه أليلات عدم التوافق . فمن المعروف أن ضعف الإخصاب فى التلقيحات غير المتوافقة يكون مرده إلى بطء نمو حبوب

اللقاح ، مع قِصَر الفترة التى تبقى عليها الزهرة - بدون عقد - قبل سقوطها . وقد أمكن التغلب على هذه المشكلة بمعاملة عنق الزهرة بمنظم النمو 2,4 - D بتركيز ١٠٠جزء فى المليون ؛ حيث أدى ذلك إلى إطالة حياة الزهرة إلى أن وصلت الأنابيب اللقاحية إلى مبايض الأزهار ؛ مما ترتب عليه نجاح الإخصاب ، والحصول على بعض البذور .

كما أمكن زيادة نسبة الأزهار العاقدة من صفر إلى ٧٥ ٪ ؛ بزيادة عدد مرات المعاملة بمنظم النمو إلى خمس مرات ، بين الواحدة والأخرى منها أربعة أيام ؛ حيث أدت هذه المعاملة إلى إطالة حياة الزهرة بدرجة كافية . ولكن .. وجد - عند فحص البذور الناتجة من حالات العقد السابقة - أنها جميعاً كانت خالية من الأجنة ؛ حيث اضمحلت الأجنة وتلاشت أثناء تكون البذور ، إلى أن اختفت - تماماً - فى البذور الناضجة . وقد أمكن التغلب على تلك المشكلة بزراعة الأجنة - بعد الإخصاب مباشرة - وهى مازالت فى أطوار نموها الأولى- فى بيئات الأجنة . وبهذه الطريقة .. يمكن تربية البطاطا ، مع إجراء التلقيحات الذاتية - أو التلقيحات الخلطية - بين أى صنفين أو سلالتين حسب الحاجة ، كما يمكن إنتاج سلالات بطاطا أصيلة فى عوامل عدم التوافق (Charles وآخرون ١٩٧٤) ، علماً بأن البطاطا لا تفقد قوة نموها بالتربية الداخلية (Purseglove ١٩٧٤) .

وقد أمكن - كذلك - التخلص من حالة عدم التوافق الاسبوروفيتى فى النوع I. cairica؛ بمعاملة مياسم الأزهار أو حبوب اللقاح أو كليهما بإندول حامض الخليك IAA بتركيز ١ ٠ر٠ مول ، حيث أدت المعاملة إلى إنبات حبوب اللقاح ونمو الأنابيب اللقاحية خلال قلم الزهرة (Sood وآخرون ١٩٨٢) .

ولمزيد من التفاصيل عن ظاهرة عدم التوافق فى البطاطا .. يراجع Martin (١٩٨٢) .

الجيرمبلازم ووسائل حفظه

يتوفر جيرمبلازم البطاطا - أساساً - فى ثلاثة معاهد ومراكز بحثية ؛ هى :

١ - المعهد الدولى للزراعة الاستوائية International Institute of Tropical Agriculture (اختصاراً : IITA) فى Ibaden ١٢٠ بنيجيريا .

٢- مركز بحوث وتطوير الخضر الآسيوى Asian Vegetable Research and Devel-

opment Center (اختصاراً : AVRDC) فى Tainan بالصين الوطنية .

٣ - مركز Centro de Agricltura de Investigacion Ensenanza (اختصاراً : CATIE) فى Turrialba بكوستاريكا .

تضم هذه المراكز نحو ٦٩٠٠ صنف وسلالة ، ولكن غير المكرر منها يقدر بنحو ٣٥٠٠ مُدخل (Martin & Jones ١٩٨٦) .

٤ - كذلك يحتفظ مستودع سلالات البطاطا الخضرية Sweet Potato Clonal Repository - الذى أنشىء فى عام ١٩٨٧ بالولايات المتحدة الأمريكية - بنحو ٥٠٠ سلالة خضرية من البطاطا ، تتضمن المدخلات النباتية Plant Introductions ، وسلالات التربية المتميزة ، والأصناف الأمريكية ، علما بأن المدخلات النباتية تشمل السلالات البدائية ، والأصناف المنتجة فى مختلف أنحاء العالم ، والتى ترسل للحفظ فى المستودع .

وقد أعدت مزارع ميرستيمية لنحو مئة من الأصناف الأمريكية وسلالات التربية المتقدمة ؛ لأجل تحريرها من أية إصابات فيرسية ، ولإدامتها على تلك الصورة ، ولتوزيعها دولياً .

تحفظ هذه المزارع تحت ظروف تحدٍّ من النمو النباتى فى أنابيب زجاجية صغيرة (٢٫٥ × ١٥ سم) ، تحتوى على بيئة Murashige & Skoog محورة . تحفظ هذه المزارع على حرارة تبلغ ٢١°م ، وإضاءة ١٦ ساعة يوميا ، وتعاد زراعتها كل ٦ - ١٨ شهراً . وإلى جانب سلالات البطاطا الخضرية .. فإن المستودع يحتفظ ببذور عديد من الأنواع النباتية الأخرى التى تتبع الجنس Ipomoea (Jarret ١٩٨٩) .

ولمزيد من التفاصيل .. يراجع Yen (١٩٧٤) بخصوص جمع جيرمبلازم البطاطا ، و Jarret & Florkowski (١٩٩٠) بخصوص حفظ الجيرمبلازم على صورة مزارع أنسجة .

طرق التربية

لتحسين البطاطا .. يذكر Martin & Jones (١٩٨٦) طرق التربية التالية :

١ - الانتخاب فى الأصناف والسلالات المتوفرة ؛ لاحتمال وجود طفرات طبيعية فيها ، أو انعزالات وراثية ، نشأت عن بادرات جنسية تكونت بصورة طبيعية دونما تدخل من

الإنسـان .

٢ - انتخاب النسب مع اللجوء إلى التكاثر الجنسى ، إلى أن يتم التوصل إلى التركيب الوراثى المرغوب .

٣ - الانتخاب الإجمالى والانتخاب المتكرر ، مع اللجوء إلى التكاثر الجنسى كذلك .

٤ - التربية باستحداث الطفرات .

وعند اتباع إحدى طرق التربية - التى تتطلب اللجوء إلى التكاثر الجنسى - فإنه يفضل دائماً اختيار الآباء - عند إجراء التلقيحات - من بين النباتات التى تزهر بوفرة (على أن تحتوى - بطبيعة الحال - على الصفات المرغوبة) . ويستدل من الخبرة فى هذا المجال على أن النباتات التى تزهر بوفرة - خلال ثلاثة أجيال من التكاثر الجنسى - تستمر فى إزهارها بوفرة بعد ذلك أيضاً (Jones وآخرون ١٩٨٦) . ولا ترتبط القدرة على الإزهار - سلبياً - بأى من الصفات الاقتصادية الهامة .

ولمزيد من التفاصيل عن برامج تربية البطاطا .. يراجع Jones وآخرون (١٩٨٦) .

وراثة الصفات المورفولوجية المميزة

درست وراثة عديد من الصفات المورفولوجية ، التى تستخدم فى وصف وتمييز سلالات البطاطا عن بعضها البعض ، ومن تلك الصفات مايلى :

١ - تفصيص الأوراق .. حيث وجد أن التفصيص العميق صفة كمية سائدة ، قدرت درجة توريثها بنحو ٥٩ر٠ .

٢ - لون الساق .. حيث تبين أن الساق الخضراء صفة كمية سائدة .

٣ - طول النبات .. حيث وجد أن الساق القصيرة صفة كمية سائدة كذلك .

التربية لتحسين صفات الجودة

من أهم صفات الجودة فى البطاطا مايلى :

١ - اللون الخارجى للجذور :

قدرت درجة توريث اللون الخارجى للجذور (من الأبيض إلى القرمزى القاتم) بنحو

٩٧ر٠ على النطاق العريض ، و ٨١ ر٠ على النطاق الضيق .

٢ - اللون الداخلى للجذور :

يسود اللون الداخلى الأبيض سيادة غير تامة على اللون البرتقالى . ويتحكم فى اللون الأصفر عديد من الجينات ، قدرت بنحو ستة على الأقل ، وهى ذات تأثير إضافى (Hernandez وآخرون ١٩٦٥) ، كما قدرت درجة توريث اللون بنحو ٦٦ر٠ (Jones وآخرون ١٩٦٩) .

٣ - شكل الجذور .. وهى صفة تراوحت تقديرات درجة توريثها من ٥ر٠ إلى ٦٢ر٠ .

٤ - عدد الجذور / نبات :

تراوحت تقديرات درجة توريث صفة عدد الجذور / نبات من ٤٠ ر٠ - ٨٣ ر٠ على النطاق العريض ، و ٣٢ ر٠ - ٤٣ ر٠ على النطاق الضيق (عن Jones ١٩٨٦) .

٥ - وزن الجذور :

كانت تقديرات درجة توريث صفة وزن الجذور ثابتة عند ٤١ر٠ (Jones وآخرون ١٩٦٩ ، ١٩٧٨) .

٦ - سمك طبقة القشرة Cortex فى الجذور :

قدرت درجة توريث هذه الصفة بنحو ٤٥ر٠

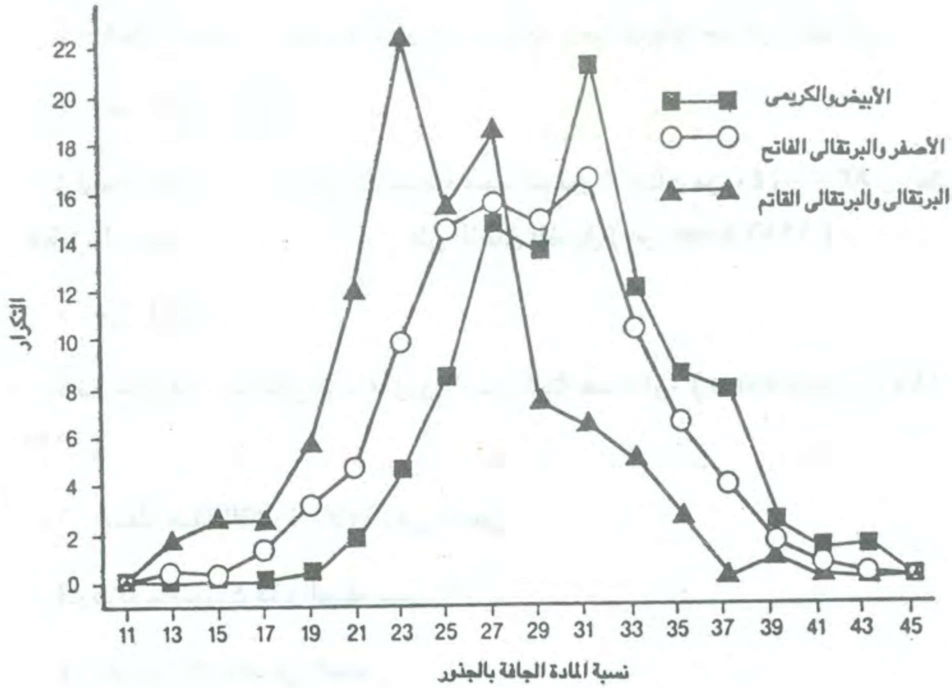
٧ - نسبة الألياف فى الجذور :

أوضحت الدراسات الوراثية وجود مجموعتين من الجينات ، تحتكم إحداهما فى كمية الألياف التى توجد فى الجذور ، وتشتمل على عدد كبير من جينات ذات تأثير هندسى . أما المجموعة الثانية .. فإنها تتحكم فى حجم الألياف ، وتشتمل على عدد قليل من جينات ذات تأثير سائد .

وقد كانت جينات كلتا المجموعتين مرتبطتين (Hammett وآخرون ١٩٦٦) . وقد قدرت درجة توريث هذه الصفة - على النطاق الضيق - بنحو ٤٧ر٠ .

٨ - نسبة المادة الجافة فى الجذور :

تراوحت تقديرات درجة توريث نسبة المادة الجافة فى جذور البطاط - على النطاق الضيق - من ٤٨ر٠ إلى ٦٥ر٠ ويوجد ارتباط عال (r = ٦١ر٠ وجوهرية جداً) بين نسبة المادة الجافة ولون الجذور الداخلى الفاتح (الأبيض والكريمى والأصفر الفاتح) ، ولكن تتوفر عديد من التراكيب الوراثية التى تجمع بين اللون الداخلى البرتقالى القاتم والمحتوى المرتفع من المادة الجافة (شكل ١٤ - ٤) .



شكل (١٤-٤) : توزيع نسبة المادة الجافة فى جذور ثلاث مجموعات من سلالات وأصناف البطاطا : بيضاء وكريمية (ن = ٢٢٢) ، وصفراء وبرتقالية فاتحة (ن = ٥٦٧) ، وبرتقالية ، وبرتقالية قاتمة اللون (ن = ١٢٧) (عن Jones وآخرين ١٩٨٦) .

٩ - نسبة النشا فى الجذور :

يتحكم فى نسبة النشا بالجذور عدة جينات ذات تأثير إضافى (عن Wang ١٩٨٢) وقدرت درجة توريث الصفة - على النطاق الضيق - بنحو ٥٧ر٠ .

١٠ - نسبة البروتين فى الجذور :

قدرت درجة توريث نسبة البروتين فى جذور البطاطا - على النطاق الضيق - بنحو ٥٧ر٠ .

١١ - تشققات الجذور :

تعد تشققات الجذور أحد العيوب الفسيولوجية الهامة التى تظهر فى البطاطا ، وهى صفة تراوحت تقديرات درجة توريثها من ٣٧ر٠ إلى ٥١ر٠ (Jones وآخرون ١٩٦٩ ، ١٩٧٨).

يتضح مما تقدم أن تقديرات درجة التوريث لمعظم الصفات التى درست كانت متوسطة إلى عالية . ويمكن القول إن درجة توريث - على النطاق الضيق - تبلغ ٦ر٠ تعد كافية لإجراء الانتخاب بكفاءة عالية ، وأن درجة توريث تبلغ ٣ ر٠ - ٤ ر٠ تعد كافية لتحقيق تقدم مرض فى عملية الانتخاب .

هذا .. ولا تعتبر البطاطا مناسبة للدراسات الوراثية لكونها سداسية التضاعف ؛ حيث لا تظهر فى الجيل الثانى للتلقيحات انعزالات مندلية واضحة . إلا أن ذلك قد يحدث فى حالات قليلة عندما تكون الصفة سائدة سيادة تامة ويكون الأبوان أصيلين .

ولمزيد من التفاصيل عن التربية لتحسين صفات الجودة فى البطاطا .. يراجع Wang (١٩٨٢) بشأن وراثة صفات الجودة ، و Collins & Walter (١٩٨٢) بشأن التربية لتحسين القيمة الغذائية ، و Li (١٩٨٢) بشأن التربية لتحسين محتوى الجذور من البروتين .

التربية لتحسين المحصول

لا يرتبط محصول البطاطا من الجذور بمعدل البناء الضوئى المقدر لعينة من أوراق

النبات ، وربما كان ذلك يرجع إلى عدة أسباب ؛ منها : اختلاف سلالات وأصناف البطاطا كثيراً فى كثافة نمواتها الخضرية ، واختلاف الوضع النسبى لأوراق النبات الواحد ؛ الأمر الذى يؤثر فى كفاءتها فى التمثيل الضوئى تحت الظروف الطبيعية ، واختلاف وضع الأوراق المستخدمة فى قياس الصفة - تحت ظروف عملية تقدير معدل النباء الضوئى - عما يكون عليه تحت الظروف الطبيعية فى الحقل .. وقد تأكد ذلك من دراسات Bhagsari (١٩٩٠) ، والتى أوضحت وجود اختلافات كبيرة جداً بين أصناف وسلالات البطاطا فى معدل البناء الضوئى ، إلا أن تلك الاختلافات لم تكن مرتبطة بالمحصول . ومن ناحية أخرى .. كان المحصول - فى هذه الدراسة - مرتبطاً بدرجة عالية وجوهرية بدليل الحصاد Harvest Index ($\frac{\text{محصول الجذور}}{\text{الوزن الكلى للنبات}} \times ١٠٠$) ، سواء أكان التقدير على أساس الوزن الطازج (r = ٩١ر٠) ، أم على أساس الوزن الجاف (r = ٩٥ر٠) للجذور .

أما دليل المساحة الورقية Leaf Area Index .. فقد كان أعلى من (٥) - فى معظم السلالات - حتى وقت الحصاد ، ولكن ذلك كان على حساب نمو الجذور الخازنة . وبرغم وجود اختلافات بين السلالات فى دليل المساحة الورقية .. فإن تلك الصفة لم ترتبط - بانتظام - بالمحصول .

وقد اختلفت أصناف وسلالات البطاطا - كذلك - فى معدل البناء الضوئى للنموات الخضرية Canopy photosynthesis (Bhagsari & Ashley ١٩٩٠) ، وارتبطت تلك الصفة جوهريا (r = ٥٤ر٠) بمحصول الجذور الخازنة فى إحدى سنتى الدراسة ، بينما لم يكن المحصول مرتبطاً بمعدل البناء الضوئى المقدر على أوراق مفردة single leaf net photosynthesis .

هذا .. ويذكر Collins وآخرون ١٩٨٧ أن درجات التوريث المقدرة لمكونات المحصول - على النطاق العريض تراوحت من ٧٥ر٠ - ٩٢ر٠ .

التربية لمقاومة الآفات

١ - الذبول الفيوزارى :

يسبب الفطر Fusarium oxysporum f. batatas مرض الذبول الفيوزارى ، أو عفن

الساق فى البطاطا . تتوفر مقاومة الفطر فى عدة أصناف تجارية ؛ مثل Julian ، و : Goldrush .

وقد أوضحت دراسات Jones (١٩٦٩) على وراثة المقاومة أن معظم التباين الوراثى فيها إضافى ، وأن درجة توريثها تقدر بنحو ٨٦ ر٠ كما ذكر أن المقاومة كمية ، ويتحكم فيها سته جينات ذات تأثير إضافى .

ولإجراء اختبار تقييم المقاومة .. يلزم إحداث جروح فى الأوعية الخشبية للنبات بالساق ، أو بالجنور ؛ لكى تحدث الإصابة . ويجرى ذلك بغمر العقل الساقية فى معلق لجراثيم الفطر، أو هرس قواعدها أثناء غمسها فى المعلق . يلى ذلك .. زراعة العقل فى تربة معقمة ، مع تثبيت درجة حرارة التربة عند ٢٧°م ، والهواء عند ٣٠°م ؛ حيث تظهر الأعراض فى خلال ٧ - ١٥ يوماً (Hanna وآخرون ١٩٦١) .

٢ - عفن الجذور الفيوزارى :

يسبب الفطر <u>Fusarium</u> <u>solani</u> مرض عفن الجذور الفيوزارى فى البطاطا . وعلى خلاف الفطر <u>F.</u> <u>oxysporum</u> .. فإن الفطر <u>F.</u> <u>solani</u> يصيب معظم أنسجة الجذر خارج الأسطوانة الوعائية . وقد اختبر Campbell & Collins (١٩٨٧) عدة سلالات من البطاطا ، ووجدا اختلافات جوهرية - فيما بينها - فى شدة الإصابة ، وكانت أكثرها مقاومة السلالات : NC Porto Rico 198 ، و NC 928 ، و NC 910 ، و NC 925 .

٣ - عفن التربة :

يسبب الفطر <u>Streptomyces</u> <u>ipomoea</u> (وهو من الأكتينوميسيتات Actinomycetes) مرض عفن التربة Soil Rot (أو الجدرى Pox) فى البطاطا . وتتوفر مستويات مختلفة من مقاومة الفطر فى عدة أصناف تجارية ؛ مثل : Acadian (متوسط المقاومة) ، و Jasper (مقاوم بدرجة عالية) ، و Travis (يقاوم الفطر بدرجة جيدة ، كما يعتبر مقاوماً لعفن الساق ، وفيرس الفلين الداخلى ، ونيماتودا تعقد الجذور) .

٤ - نيماتودا تعقد الجذور :

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور Meloidogyne spp. فى عـــدد من أصناف البطاطا التجارية ؛ مثل : Heartogold ، و Nemagold ، و Jasper ، و Travis ، و Jewel ، و Eurek ، و Garnet (عـن Hammett وآخـريـن ١٩٨٢ ، و Roberts & Scheuerman ١٩٨٤) . كما وجد Abobaker وآخرون (١٩٨٤) مستوى عالياً من المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى الصنف Mississpi Silver ، وأوضحت دراساتهم الوراثية أن تلك المقاومة يتحكم فيها جين واحد سائد . وقد كانت تقديرات درجة توريث المقاومة - على النطاق الضيق - ٥٧ر٠ ، و ٦٩ ر٠ ، و ٧٥ر٠ (عن Jones ١٩٨٦) . وكانت دراسات سابقة قد رجحت أن المقاومة سائدة - جزئياً - ويتحكم فيها عدة جينات .

٥ - فيرس الفلين الداخلى :

تتوفر عدة مصادر للقدرة على تحمل الإصابة بفيرس الفلين الداخلى Internal Cork Virus فى البطاطا ؛ حيث لاتظهر عليها أعراض الإصابة ، بالرغم من تكاثر الفيرس فيها بصورة طبيعية . وقد أوضحت الدراسات الوراثية أن تلك الصفة سائدة (عن Hammett وآخرين ١٩٨٢) .

٦ - الحشرات :

تصاب البطاطا بأكثر من ١٩ نوعاً من الحشرات التى تعيش فى التربة (عن Jones وآخرين ١٩٨٢) وتسبب أضراراً للجذور ، لاتكتشف - غالباً - إلا عند الحصاد ، كما يصعب تقدير الأضرار التى يحدثها كل نوع منها ؛ لأنها تتداخل مع بعضها البعض ؛ لذا .. فإن من الضرورى توجيه برنامج التربية لمقاومة جميع الحشرات الهامة ، وإن كان من الممكن تقسيم تلك الحشرات إلى أربع مجموعات حسب طبيعة الأضرار التى تحدثها كل منها . وفى هذا الاتجاه .. أوضحت دراسات Jones وآخـرين (١٩٨٧) أن الصنفين : Regal ، وSouthern Delite قاوما الأضرار التى تحدثها ثلاث مجموعات من الحشرات ، ضمت عشرة أنواع حشرية ؛ بنسبة ٢ر٧٩ ٪ ، و ٠ر٨١ ٪ على التوالى . كما أمكن تحقيق تقدم ملموس فى مستوى مقاومة الحشرات باتباع طريقة الانتخاب الإجمالى (Martin & Jones ١٩٨٦) .

هذا .. ويبين جدول (١٤-١) مصادر المقاومة لأهم آفات البطاطا المرضية والحشرية فى

عدد من الأصناف التجارية الهامة .

ولمزيد من التفاصيل عن تربية البطاطا لمقاومة الحشرات .. يراجع Talekar (١٩٨٢) ، و Hahn & Leuschner (١٩٨٢) ، و Jones وآخرون (١٩٨٢) .

جدول (١٤-١) : استجابة بعض أصناف البطاطا التجارية لأهم الآفات المرضية والحشرية (أ) (عن Jones وآخرين ١٩٨٦) .

الصنف	الأمراض				الحشرات		
	الفلين الداخلى	الذبول الفيوزارى	نيماتودا تعقد الجذور	عفن التربة	WDS(ب)	الخنفساء البرغوثية	White Grub
Jewel	R	R	R	S	S	R	S
Redmar		I - S	I - R		I - S	S	S
Georgia Jet		S	S		S	S	S
Jasper	R	R	I - R	R	I - S	I - R	S
Painter	S	R	I - R		I - S	S	S
Carver		R	I		I	R	S
Rojo Blanco		I	S		I	I	S
Oklamex Red		R	I				
Caromex		R	I		I - S	I	S
Pope	I - R	R	R		I - S	I	I
Travis	R	I - R	I	I - R	S	R	S
Eureka	R	R	I	I - R	S	R	I
Vardaman	R	R	S	I - S	S	S	S

(أ) S = قابل للإصابة Susceptible .

I = متوسط القابلية للإصابة Intermediate .

R = مقاوم Resistant .

(ب) WDS(ب) = الضرر الذى تحدثه سبعة أنواع حشرية (ثقوب تغذية وآثار جروح تلتئم بحلول موعد الحصاد) ، وهذا الضرر يتشابه مع الضرر الذى تحدثه الديدان السلكية Diabrotica - Systena .

والحشرات السبع هى : دودة البطاطا السلكية الجنوبية ، ودودة الدخان السلكية ، وخنفساء الخيار المخططة banded ، وخنفساء الخيار المبقعة ، والخنفساء البرغوثية ذات الخطوط الباهتة ، والخنفساء البرغوثية المستطيلة ونوع من الخنافس البرغوثية (Systena frontalis) .

مراجع إضافية

لمزيد من التفاصيل عن تربية البطاطا .. يراجع Villareal & Griggs (١٩٨٢) ، وJones وآخرون (١٩٨٦) ، و Martin & Jones (١٩٨٦) .

تربية البصل

يعتبر البصل أهم محاصيل الخضر التى تتبع العائلة الثومية Alliaceae . تضم هذه العائلة خضروات أخرى كثيرة تنتمى جميعها إلى الجنس Allium ، وهى تشتمل على نحو ٣٠ جنساً وأكثر من ٦٠٠ نوع . ويعرف البصل فى الإنجليزية باسم onion ، واسمه العلمى .Allium cepa L .

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن موطن البصل يمتد من فلسطين إلى الهند ، وإن كان البعض يعتقد أن موطنه فى شمال إيران فقط . وقد استعمله قدماء المصريين فى الغذاء ، وفى الأغراض الطبية . وأدخل البصل إلى أمريكا بعد اكتشافها بفترة قصيرة . ويعتقد الكثيرون أنه لا يوجد – حالياً – ناميا فى صورة برية .

ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة البصل .. يراجع Jones & Mann (١٩٦٣).

السيتولوجى ، والأنواع القريبة ونشأتها

إن البصل نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ١٦ كروموسوماً . وإلى جانب البصل .. فإن الجنس Allium يضم نحو ٦٠٠ نوع نباتى ، تنتشر فى المناطق الشمالية الباردة . وفيما عدا الشيف chives .. فإن كل أنواع الخضر التابعة للجنس Allium –

والمستعملة حاليا فى الزراعة – نشأت فى منطقة الشرق الأدنى ، أو وسط وشرقى آسيا . وفى جميع هذه الخضراوات .. نجد أن العدد الأساسى (س) = ٨ كروموسومات . هذا .. بينما نجد أن العدد الأساسى = ٧ كروموسومات فى جميع أنواع الجنس المنتشرة فى أمريكا الشمالية .

وفيما يلى .. بيان بموطن وعدد الكروموسومات فى مختلف أنواع الخضر التابعة لجنس Allium :

١ – الشالوت shallot (A. ascalonicum) ، و الـ Potato onion (أو الـ multipli-er onion) A. cepa var. aggregatum :

يوجد هذان النوعان فى حالة مزروعة فقط ، ويعتقد أن نشأتهما كانت فى أفغانستان ، وهما – مثل البصل – ثنائيا التضاعف ، فيهما ٢ن = ٢س = ١٦ كروموسوماً .

٢ – البصل اليابانى الأخضر Japanese Bunching (A. fistulosum) :

لا يعرف هذا النوع فى الحالة البرية ، وهو ثنائى التضاعف كذلك ، فيه ٢ن = ٢س = ١٦ كروموسوماً .

٣ – الشيف Chives (A. schoenoprasum) :

ينتشر الشيف فى عديد من المناطق المتجمدة فى شمالى أمريكا الشمالية ، وأوروبا ، وآسيا . وتوجد منه طرز ثنائية ، وثلاثية ، ورباعية ، فيها ٢ن = ١٦ كروموسوماً ، و ٢٤ كروموسوماً ، و ٣٢ كروموسوماً ، على التوالى .

٤ – الكرات Leek (A. ampeloprasum) :

ينمو الكرات برياً – غالباً – كحشيشة ، فى منطقة تمتد من جنوب أوروبا وشمالى أفريقيا والشرق الأوسط حتى جنوبى الاتحاد السوفيتى . ويوجد منه طرز ثنائية ، وثلاثية ، ورباعية ، وخماسية ، وسداسية التضاعف فيها ٢ن = ١٦ كروموسوماً ، و ٢٤ كروموسوماً ، و ٣٢ كروموسوماً ، و٤٠ كروموسوماً ، و٤٨ كروموسوماً . يوجد من هذا النوع طرازان منزرعان : هما : الكرات أبو شوشة (= A. porrum سابقاً) ، والكرات المصرى (= A. kurrat سابقاً) ، وكلاهما رباعى التضاعف (٢ن = ٤س = = ٣٢ كروموسوماً) . كما يعرف طراز ثالث سداسى التضاعف (٢ن = ٦س = ٤٨ كروموسوماً) ، يعرف

باسم Great Headed Onion .

٥ – الثوم Garlic (A. sativum) :

لا يعرف الثوم فى الحالة البرية ، وهو سداسى التضاعف ، فيه ٢ن = ٦س = ٤٨ كروموسوماً .

٦ – البصل الصينى Rakkyo (A. chinense) :

نشأ هذا النوع فى وسط وشرقى الصين ، وتنتشر زراعته فى شرقى آسيا ، وتوجد منه طرز ثنائية التضاعف ، وثلاثية التضاعف ، ورباعية التضاعف ، فيها ٢ن = ١٦ كروموسوماً ، و ٢٤ كروموسوماً ، و ٣٢ كروموسوماً ، على التوالى .

٧– الشيف الصينى Chinese Chives (A. tuberosum) :

يزرع هذا النوع ، وينمو برياً فى شرقى آسيا ، وتوجد منه طررز ثنائية ورباعية ، فيها ٢ن = ١٦ كروموسوماً ، و ٣٢ كروموسوماً .

ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع McCollum (١٩٧٦) .

الهجن النوعية بين البصل والانواع الاخرى التابعة للجنس Allium

يهجن البصل مع الشالوت بسهولة (Watts ١٩٨٠) ، كما يُهجن مع الـ Potato onion ، الذى يعتبر صنفاً نباتياً من نفس النوع الذى يتبعه البصل (Purseglove ١٩٧٢) ، ولكن ذلك لا يعد هجيناً نوعياً بطبيعة الحال .

كما أجريت عديد من التهجينات بين البصل والبصل اليابانى الأخضر A. fistulosum ؛ علما بأن النوع الأخير لا يكون أبصالاً ، ويستعمل الهجين النوعى بينهما فى إنتاج البصل الأخضر . ويستعمل الكولشيسين فى تحويل الهجن النوعية الثنائية إلى متضاعفة هجينياً Amphidiploids ، وهى التى تتميز بقوة النمو والخصوبة الجزئية ، بينما تكون الهجن الثنائية عقيمة كلية تقريباً . هذا .. وتنجح التلقيحات الرجعية لأى من نوعى الهجين عند استخدامه كأب .

ويعتبر صنف البصل الأخضر Beltsville Bunching – الذى أنتج فى عام ١٩٥٠ – نباتاً مضاعفاً هجينياً amphidiploid ، نشأ – طبيعياً – من التهجين بين صنف البصل White Portugal ، والنوع A. fistulosum . يتميز هذا الصنف بقوة نموه ، ومقاومته العالية لمرضى الجذر الوردى والتفحم ، وفيرس التقزم الأصفر ، ولكن يعيبه قلة إنتاجه للبذور (Jones & Mann ١٩٦٣) .

أسس التربية وطرق التداول لأغراض التربية

الإزهار والتلقيح

يعطى البصل الفتيل – وهو الذى ينتج من زراعة البذور – شمراخاً زهرياً واحداً . أما النباتات التى تنتج من زراعة الأبصال .. فإنها تعطى من ١ – ٢٠ شمراخاً زهريا . ويتكون الشمراخ الزهرى من سلامية واحدة ، وهى التى تنمو من القمة النامية للساق أو البراعم الجانبية . تظهر الشماريخ الزهرية بعد نحو ٣ أشهر من زراعة الأبصال ، ويستمر ظهورها لمدة شهرين تقريباً ، ويتراوح طول الشمراخ الزهرى من ٦٠ – ١٢٠ سم . ويتوقف عدد الشماريخ التى ينتجها النبات الواحد على العوامل التالية :

١ – الصنف ؛ فمثلاً .. يزيد عدد الشماريخ التى ينتجها الصنف جيزة ٦ بمقدار ٦ شماريخ عن تلك التى ينتجها الصنف البحيرى .

٢ – طريقة التكاثر؛ حيث يتكون شمراخ واحد – عادة – عند التكاثر بالبذرة أو بالأبصال الصغيرة .

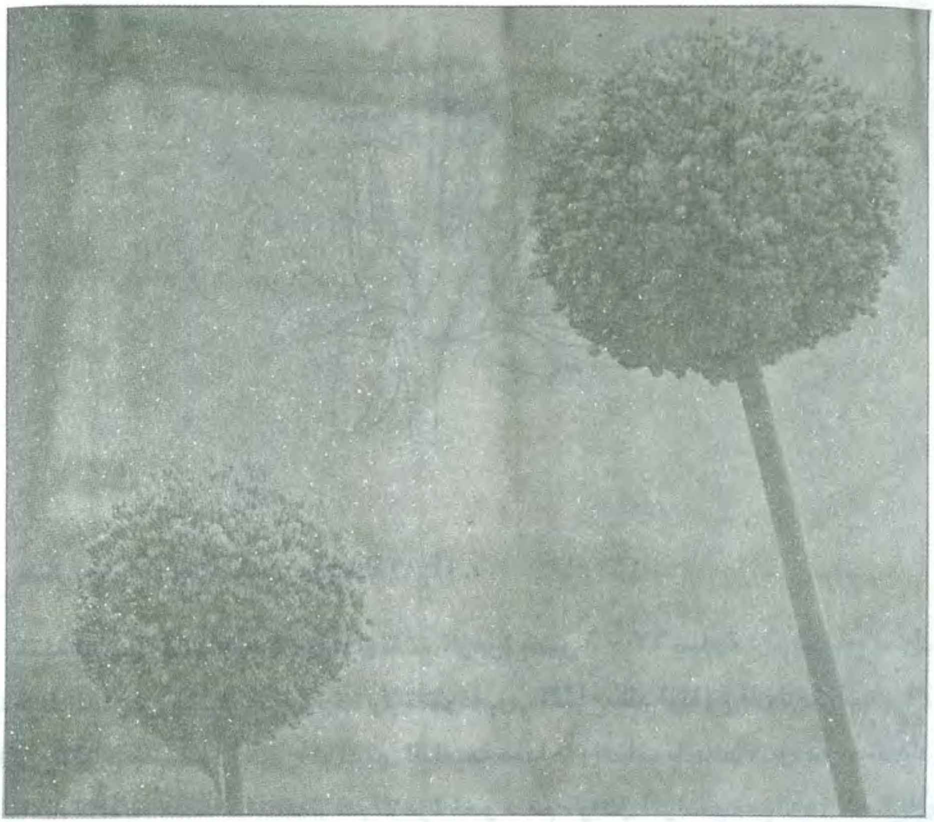
٣ – حجم البصلة ؛ حيث يزيد عدد الشماريخ الزهرية التى ينتجها النبات بزيادة حجم البصلة .

٤ – مسافة الزراعة ؛ حيث يزيد عدد الشماريخ الزهرية التى ينتجها النبات بزيادة مسافة الزراعة .

هذا .. ويتأثر طول الشمراخ الزهرى – كذلك – بنفس العوامل السابقة الذكر .

تكون الشماريخ الزهرية مجوفة ومنتفخة أسفل منتصفها ، وتحمل فى نهاياتها نورات خيمية .

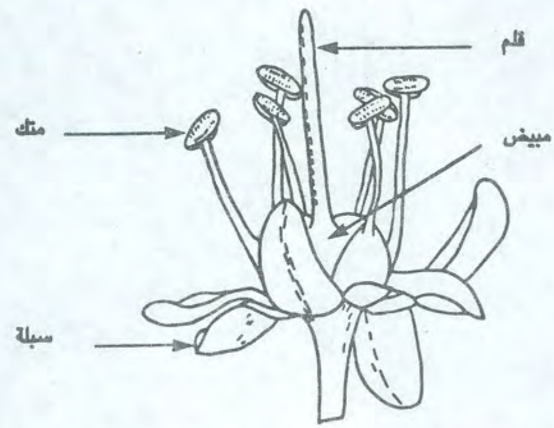
وتكون النورة مغلفة – قبل تمام نموها – بغلاف رقيق يتكون من ٢ – ٣ قنابات . تتمزق هذه القنابات عند نمو النورة ، والتى تكون خيمية كاذبة ، تتكون من عديد من النورات السيمية القصيرة الوحيدة التفرع ، ويحتوى كل منها على ٥ – ١٠ أزهار ، بينما تحتوى النورة الخيمية على ٥٠ – ٢٠٠ زهرة (شكل ١٥-١) . ويتوقف العدد على الصنف ، وحجم الأبصال المستخدمة فى الزراعة ، وظروف تخزينها قبل الزراعة ، وموعد الزراعة .



شكل (١٥-١) : نورة نبات البصل .

تكون أزهار البصل بيضاء أو بنفسجية فاتحة اللون ، خنثى ، وتحمل على أعناق لا يزيد طولها على ٢٫٥ سم . تحمل الأسدية فى محيطين ؛ أحدهما داخلى ، والآخر خارجى ، يوجد بكل منهما ثلاث أسدية . تنفتح متوك الأسدية الداخلية ، وتنتثر حبوب لقاحها قبل

متوك الأسدية الخارجية . ويتكون المتاع من مبيض به ثلاثة مساكن بكل منها بويضتان ، ويبلغ طول القلم نحو مم واحد عند تفتح الزهرة (شكل١٥-٢) ، لكنه لا يكون مستعداً لاستقبال حبوب اللقاح إلا بعد أن يصل طوله إلى حوالى ٥ مم (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤ ، مرسى وآخرون ١٩٧٣ ، Voss ١٩٧٩) .



شكل (١٥-٢) : زهرة البصل (عن Pike ١٩٨٦) .

تتفتح متوك المحيط الداخلى قبل تفتح الزهرة بنحو ٦ - ١٢ ساعة ، ثم تتفتح متوك المحيط الخارجى عند تفتح الزهرة . ولا تنتشر حبوب اللقاح عند ارتفاع الرطوبة النسبية ، ولكن ينتشر معظم حبوب اللقاح فيما بين التاسعة صباحاً والخامسة مساءً . ويبدأ استعداد المياسم للتلقيح عندما يبلغ طول قلم الزهرة نحو ٥ مم ، وتظل المياسم مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح مدة ٦ أيام ، إلا أن نسبة العقد تكون أعلى ما يمكن إذا حدث التلقيح خلال الأيام الثلاثة الأولى من فترة استعداد المياسم للتلقيح ، ثم تنخفض نسبة العقد - تدريجياً- بعد ذلك حتى تصل إلى الصفر فى اليوم السادس .

تتفتح أزهار النورة الواحدة على مدى أسبوعين أو أكثر ؛ إذ يتفتح - فى البداية - عدد قليل من الأزهار يومياً ، ثم يزداد عدد الأزهار المتفتحة فى النورة يومياً بصورة تدريجية ،

إلى أن يصل إلى نحو ٥٠ زهرة فى مرحلة الإزهار التام full bloom . هذا .. ويستمر تفتح أزهار النبات الواحد لمدة شهر أو أكثر .

يتضح مما تقدم أن التلقيح الذاتى للزهرة الواحدة مستحيل ؛ وذلك لأن حبوب اللقاح تنضج وتنتثر قبل استعداد المياسم للتلقيح (أى إن النبات protandrous) ، ولكن التلقيح الذاتى قد يحدث للنبات بانتقال حبوب اللقاح من إحدى الأزهار إلى مياسم زهرة أخرى فى نفس النورة ، أو فى نورات أخرى على نفس النبات . وقد قدرت نسبة التلقيح الخلطى فى البصل بنحو ٩٠ ٪ ؛ وبذا .. فإن التلقيح يعد خلطياً بدرجة عالية .

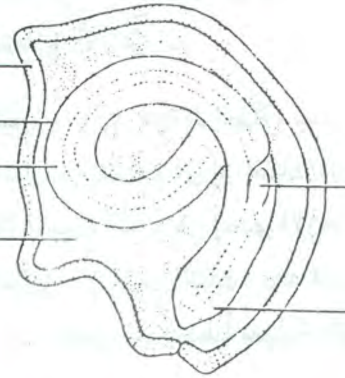
يتم التلقيح الخلطى بواسطة الحشرات ، ويزور أزهار البصل حوالى ٢٦٧ نوعاً مختلفاً الحشرات ، يعتبر النحل أهمها . وبالرغم من أن النحل لا يفضل التغذية على رحيق أزهار البصل .. إلا أن التلقيح فى البصل يتم بواسطة النحل بصفة أساسية . هذا .. ويوجد الرحيق فى غدد رحيقية عند قاعدة المحيط الداخلى للأسدية (McGregor ١٩٧٦) .

الثمار والبذور

ثمرة البصل علبة كروية ، تتكون من ٣ حجرات ، وتحتوى كل حجرة على بذرتين ، وتكون البذرة سوداء اللون ، ذات قصرة سميكة كثيرة التجاعيد ، أحد جوانبها محدب ، ويظهر له ثلاثة أوجه . أما الجانب الآخر .. فيكون مستويا أو مقعراً قليلاً . ويظهر بأحد طرفى البذرة نتوءان صغيران مكان سرة البذرة ، وتتكون معظم البذرة من الإندوسبرم الذى ينغمس فيه الجنين . وجنين بذرة البصل أسطوانى ملتوٍ ، يبلغ طوله نحو ٦ مم ، وعرضه نحو ٤ ر. مم ، ويتكون معظمه من الفلقة التى توجد الريشة بداخلها (شكل ١٥ - ٣) . يتكون الجذير من الطرف القريب من السرة . أما الطرف الآخر .. فيمثل قمة الفلقة ، ويعمل كماصٍ للمواد الغذائية من الإندروسبرم عند الإنبات .

طريقة إجراء التلقيح الذاتى

يجرى التلقيح الذاتى فى البصل - بسهولة - بتكييس النورة كلها بكيس ورقى ، أو قماشى (cage) لمنع تلوثها بحبوب لقاح غريبة . يمكن التكييس عند تفتح أول زهرة بالنورة، ويربط الكيس - جيداً - حتى تصبح أزهار النورة متزاحمة داخل الكيس . إذا كانت النورة



شكل (١٥-٣) : رسم تخطيطى لقطاع فى بذرة البصل (عن Rost وآخرين ١٩٨٤) .

صغيرة – كما فى السلالات المرباة تربية داخلية – فإنه يمكن جمع عدة نورات داخل الكيس الواحد ، أو وضع كل نورة داخل كيس ورقى صغير (شكل ١٥ – ٤) . ولإتمام التلقيح .. تهز النورة مرة واحدة قرب المساء ، عندما تكون حبوب اللقاح جافة .

ولزيادة محصول البذور .. يفضل إدخال ذباب نظيف داخل الأكياس بعدد يتناسب مع عدد الأزهار المتفتحة ؛ علما بأن العدد القليل من الذباب لايعطى النتائج المرجوة ، بينما يموت العدد الزائد جوعاً . يستمر نشاط الذباب لمدة أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع ، ولكن يلزم تجديده مرتين أسبوعياً ، وكل يوم أو يومين فى الجو الحار لمدة ثلاثة أسابيع (Jones & Mann ١٩٦٣) .

أما السلالات المنتخبة .. فإنها تكثر إما بزراعتها فى معزل عن حقول البصل الأخرى – على مسافة لا تقل عن ٥ر١ كيلو متراً – أو بزراعتها داخل أقفاص عازلة cages من الشباك البلاستيكية ، التى يكون عرضها – عادة – ثلاثة أمتار ، وبأى طول حسب المساحة المطلوب زراعتها ، وبارتفاع يزيد بمقدار حوالى ٥٠ سم على الارتفاع الذى تصل إليه النباتات . ويستخدم النحل لإتمام عملية التلقيح فى تلك الـ cages . يراعى خلو النباتات من الآفات الحشرية قبل إدخال النحل فيها ؛ لأن استعمال المبيدات الحشرية يؤدى إلى قتل النحل كذلك . ويراعى تزويد الـ cages بأوعية صغيرة بها ماء ؛ ليأخذ النحل والذباب – فى حالة استعماله – حاجتهما منه . ويلزم ربط نورات النباتات القريبة من حافة الـ cage معاً – بعيداً عن الشباك – لكى لا تلقح بعض أزهاره من خارج الـ cage .



شكل (١٥ – ٤) : تكييس النورات فى سلالات البصل المرباة تربية داخلية ؛ لأجل تلقيحها ذاتيا .

طرق إجراء التهجينات

تزرع النباتات – التى يراد تهجينها معاً – على مسافة ٦٠ – ٩٠ سم من بعضها فى الخط ؛ لإفساح المجال لإقامة سلة قماشية عازلة (cage) حولها – فيما بعد – عند إزهارها .

تكيس النورات – مفردة – بأكياس ورقية عند تفتح أول زهرة ، مع إزالة الأزهار التى تتفتح فى نورات السلالات المستخدمة كأمهات عدة مرات يومياً . يراعى عدم التأخير فى إجراء هذه الخطوة ، خاصة فى الجو الحار الذى يساعد على انتشار حبوب اللقاح . ويلاحظ

أن عدد الأزهار التى تتفتح - يوميا - يكون قليلاً فى البداية ، ولكنه يزداد تدريجياً . وعندما يصبح معدل تفتح الأزهار ٥٠ زهرة يومياً .. تخصى الأزهار بدلاً من إزالتها . ويجب فحص النورات - جيداً - للتأكد من التخلص من المتوك بعيداً عن النورة ؛ حتى لاتنتثر منها حبوب اللقاح . وبعد خصى عدد كاف من الأزهار .. تزال بقية البراعم غير المتفتحة من النورة ، ثم توضع داخل cage من القماش أو الشاش . وفى خلال الفترة السابقة .. يكون قد تم وضع نورات النباتات المستخدمة كآباء داخل cages قماشية أيضاً ؛ حتى لا تصل إليها حبوب لقاح غريبة (شكل ١٥-٥) .



شكل (١٥ - ٥) : سلالات قماشية عازلة cages حول نباتات البصل لإجراء التهجينات .

وبمجرد تجهيز نورة النبات المستخدم كأم .. تقطع نورة الأب ، وتوضع داخل cage الأم ، مع وضع قاعدة حامل النورة فى برطمان فيه ماء ؛ وبذا .. تبقى النورة بحالة جيدة ، وتستمر فى إنتاج حبوب اللقاح لمدة أسبوع أو أكثر . ويلزم إدخال الذباب داخل الـ cage ؛ ليقوم بعملية التلقيح . ويفضل أن يقوم المربى بتربية الذباب بنفسه ؛ لضمان خلوه من حبوب اللقاح الغريبة (Jones ١٩٣٧) .

تربية الذباب اللازم للتلقيحات

يربى الذباب بوضع رئة بقره على منضدة ذات سطح من السلك الشبكى ، ولها مظلة واقية من الشمس والمطر . يضع الذباب بيضه على الرئة ، وتتغذى اليرقات – بعد فقس البيض – على الرئة ، ثم تتحول إلى عذارى ؛ حيث تسقط من الشبكة السلكية ، لتستقبل فى وعاء كبير يحتوى على رمل ، يوضع أسفل المنضدة . تفصل العذارى عن الرمل بالمناخل ، ويفضل إجراء هذه الخطوة يومياً ؛ لكى تكون العذارى من أعمار مختلفة .

توضع العذارى فى برطمانات ، وتترك فى درجة حرارة الغرفة ، ثم تنقل قبل فقسها إلى أقفاص سلكية صغيرة cages قطرها ١٥ سم وطولها ١٥سم ، وذات قمة قمعية الشكل، تنتهى بسدادة يمكن إخراج الذباب منها .

وعند استعمال الذباب فى التلقيح .. يوضع الطرف الرفيع للقمع أسفل الـ cage القماشى المحيط بنورات النبات الأم ، وتزال السدادة ، إلى أن يخرج العدد المطلوب من الذباب .

ويحسن تجميع أكبر عدد من العذارى لاستعمالها عند اشتداد الحاجة إليها فى ذروة موسم التلقيحات ، ويجرى ذلك بتخزينها فى درجة ٧°م ؛ حيث يمكن أن تبقى محتفظة بحيويتها لعدة أسابيع . ويجب أن يبدأ تخزين العذارى على هذه الدرجة قبل تحولها إلى حشرات كاملة بفترة قصيرة ؛ لأن تعريضها لتلك الدرجة – وهى مازالت فى المراحل المبكرة من تطورها – يؤدى إلى نقص نسبة ما يتحول منها إلى حشرة كاملة ، كما يكون الذباب الناتج منها أقل نشاطاً .

العوامل المؤثرة فى نجاح التلقيحات

يتوقف نجاح التلقيحات على عاملين ؛ هما : مدى استعداد المياسم للتلقيح ، ومدى حيوية حبوب اللقاح وقدرتها على الإنبات .

ويتأثر مدى استعداد المياسم للتلقيح بدرجة الحرارة السائدة ؛ حيث أوضحت دراسات

Chang & Struckmeyer (١٩٧٦) أن متوسط عدد البذور التى عقدت بكل مبيض كانت ٥٧ر٢ ، و ٢٠ر٣ ، و ٦٦ر١ بذرة فى درجات حرارة ٢٤°م ، و ٣٥°م ، و ٤٣°م - نهاراً - على التوالى (علماً بأن درجة الحرارة ليلاً كانت ١٨°م) ؛ وقد أرجع ذلك إلى تأثير درجة الحرارة فى مدى استعداد المياسم للتلقيح .

أما حبوب اللقاح .. فقد وجد أنها تبدأ فى الإنبات فى غضون نصف ساعة من وضعها على المياسم فى أى من النظم الحرارية السابقة (٢٤° ، و ٣٥° ، و ٤٣°م نهاراً ، مع ١٨°م ليلاً)، وأنها تصل إلى نهاية القلم فى خلال ١٢ ساعة . كما لم يجد Mann & Woodbury (١٩٦٩) فرقاً جوهرياً فى نسبة إنبات حبوب اللقاح حينما جمعت الساعة التاسعة صباحاً ، أو الساعة الثانية والنصف بعد الظهر ، إلا أن نسبة الإنبات تناقصت - سريعاً - بعد اليوم الأول من تفتح الزهرة ، ووصلت إلى الصفر فى اليوم السادس .

تخزين حبوب اللقاح

تحتفظ حبوب لقاح البصل بحيويتها لفترات طويلة إذا خزنت فى درجة حرارة منخفضة (- ١٨°م) ، ورطوبة نسبية منخفضة (٥٠ ٪) . ويبين جدول (١٥-١) نتائج دراسات Kwan وآخرين (١٩٦٩) فى هذا الشأن .

جدول (١٥-١) : تأثير الرطوبة النسبية أثناء التخزين - على درجة حرارة - ١٨°م - على حيوية حبوب لقاح البصل .

ظروف التخزين	مدة التخزين (يوم)	الإنبات كنسبة مئوية من الإنبات قبل التخزين
التحفير freeze drying مع رطوبة ٥٠ ٪	١٩٨	٦٠
رطوبة ١٠ ٪	١٩٨	٣٨
رطوبة ٨٠ ٪	٥٦	٣٤
رطوبة ٨٠ ٪	١٧٠	٤

اختبار إنبات حبوب اللقاح فى البيئات الصناعية

استخدم Mann & Woodbury (١٩٦٩) - لاختبار إنبات حبوب لقاح البصل- البيئة التالية :

المركب	التركيز
سكروز	١٠٪
H_3BO_3	١٠٠ جزء فى المليون
$Ca(NO_3)_2 14 H_2O$	٣٠٠ جزء فى المليون
$MgSO_4 7H_2O$	٢٠٠ جزء فى المليون
KNO_3	١٠٠ جزء فى المليون
جيلاتين	١٪

تخلط حبوب اللقاح بالبيئة - جيداً - باستعمال قضيب زجاجى ، ثم توضع نقطة من البيئة فى طبق بترى ذى قاع مقسم إلى مربعات (٣٦ مربعاً عادة بكل طبق) ؛ حيث يحتوى كل مربع على نقطة من مخلوط البيئة مع حبوب اللقاح ، يغطى الطبق لحفظ الرطوبة بداخله، ويترك لحين إنبات حبوب اللقاح .

وقد درس Kwan وآخرون (١٩٦٩ أ) تأثير عدد من المركبات فى إنبات حبوب اللقاح فى البيئات الصناعية ، وكانت نتائج دراستهم كمايلى :

١ - كان حامض البوريك محفزاً على إنبات حبوب اللقاح ونمو الأنابيب اللقاحية بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون ، وساماً لها بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون .

٢ - أحدث إندول حامض الخليك زيادة فى إنبات ونمو الأنابيب اللقاحية بتركيز ٠ر٠٥ جزءاً فى المليون ، ولكنه أوقف الإنبات بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون .

٣ - أحدث حامض الجبرلليك زيادة فى نسبة إنبات ونمو الأنابيب اللقاحية بتركيزات ١٠٠ جزء فى المليون ، و ٢٠٠ جزء فى المليون .

٤ - حفز حامضا الصكنك Succinic Acid ، والفيوماريك Fumaric Acid إنبات حبوب اللقاح فى التركيزات المنخفضة ، إلا أن وجودهما بتركيزات مرتفعة (١٠٠ جزء فى المليون) أدى إلى انفجار الأنابيب اللقاحية .

٥ - أدى تركيز ٢٥ جزءاً فى المليون من مستخلص الأبصال إلى تحفيز إنبات حبوب اللقاح ، ونمو الأنابيب اللقاحية .

العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى

اكتشف Jones & Clarke ظاهرة العقم الذكرى فى أحد نباتات البصل من الصنف إيتاليان رد Italian Red فى عام ١٩٢٥ ، وأوضح الباحثان فى عام ١٩٤٣ أن العقم الذكرى – فى هذا النبات – كان نتيجة للتفاعل بين عامل وراثى متنح فى النواة -Chromo gene ، وعامل سيتوبلازمى Cytogene ، وافترضا وجود نوعين من السيتوبلازم : أحدهما عادى Normal (أعطياه الرمز N) ، والآخر عقيم Sterile (أعطياه الرمز S) ، علماً بأن النباتات ذات السيتوبلازم العادى تكون خصبة الذكر ، بينما تكون النباتات ذات السيتوبلازم العقيم إما عقيمة الذكر ، وإما خصبة الذكر حسب وجود العامل النووى أو غيابه .

أما العامل الوراثى المتنحى .. فقد أعطياه الرمز ms ، وكان هذا الجين عديم التأثير فى وجود السيتوبلازم العادى N . ولم تكن النباتات عقيمة الذكر إلا عند وجود هذا الجين على صورة متنحية أصيلة مع السيتوبلازم العقيم فى آن واحد (Smsms) ؛ أى إن جميع التراكيب الوراثية التالية كانت خصبة الذكر : – FMs ، و - SMs ، و F ms ms . وأمكن بذلك فهم وراثة حالة العقم الذكرى ؛ علما بأن الستوبلازم لا يورث إلا عن طريق الأم . وكانت تلك أول حالة عرفت للعقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى فى النباتات .

إحداث العقم الذكرى بمبيدات الجاميطات

جرت عدة محاولات لإحداث العقم الذكرى فى البصل باستخدام مبيدات الجاميطات -ga metocides ؛ فمثلا .. استخدم Van Der Meer & Van Bennekom (١٩٧٣) حامض الجبريلليك بتركيز ٢ ٪ رشاً على النباتات فى بداية مرحلة الإزهار . أحدثت هذه المعاملة عقما ذكريا مؤقتاً للنباتات فى بداية مرحلة الإزهار ، وكان لها تأثير سيىء على إنتاج البذور . وقد أوصى الباحثان بالاستفادة منها ؛ كبديل لعملية الخصى اليدوى فى عمليات التلقيح فى برامج التربية .

وفى دراسة تالية (١٩٧٦) .. وجد الباحثان أن الرش المتكرر لنباتات البصل بمادة الـ Berelex (وهى $GA_{4/7}$) – بتركيز ١ر٠ – ٣ر٠ ٪ – أحدث نسبة عالية جدا من العقم الذكرى التام فى بداية مرحلة الإزهار . ونظراً لأن ذلك كان مصاحباً بنقص كبير فى إنتاج

البذور .. لذا لم يعتقد الباحثان احتمال الاستفادة من المعاملة فى إنتاج البذرة الهجين . وأوضح الباحثان - بعد ذلك (١٩٨٢) - أن الـ Berelex ذو تأثير قوى على إنتاج حبوب اللقاح ، بينما كان تأثيره فى حيوية حبوب اللقاح ضعيفاً أو معدوماً .

وقد توصلا إلى أن إنتاج بذرة البصل الهجين بهذه الطريقة غير اقتصادى ؛ لانخفاض محصول البذور مع ارتفاع تكاليف المعاملة ، إلا أنهما أوصيا بالاستفادة منها ؛ كبديل لخصى النباتات عند إجراء التلقيحات فى برامج التربية .

التربية الداخلية

أوضحت دراسات Jones & Davis فى عام ١٩٤٤ أن التربية الداخلية يصاحبها - فى البصل - نقص شديد فى قوة النمو ، يكون ظاهراً بعد جيل واحد من التلقيح الذاتى ، ويستمر مع استمرار التلقيح الذاتى بعد ذلك . وتفقد السلالات المرباة داخلياً قدرتها على إنتاج البذور بعد ثلاثة أجيال من التلقيح الذاتى ، وربما لا تتحمل التخزين ؛ بسبب حالة الضعف الشديد التى تصيبها من جراء التربية الداخلية .

كذلك تؤدى التربية الداخلية لجيل واحد أو جيلين إلى زيادة التجانس بدرجة عالية ، ولكن التجانس يزداد بزيادة التربية الداخلية إلى ثلاثة أجيال أو أربعة .

إنتاج بذور الهجن التجارية

يستفاد من ظاهرة العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى فى إنتاج الهجن التجارية للبصل . يجب أن نبحث أولا عن نباتات عقيمة الذكر (تكون قد نشأت بصورة طبيعية) فى عشيرة كبيرة من نباتات الصنف المرغوب ؛ لاستخدامها فى إنتاج الهجن . أما إذا لم تتوفر تلك النباتات .. فإنه يمكن نقل صفة العقم الذكرى إلى الصنف المرغوب - حسب الحالة - كمايلى :

١ - فى حالة توفر نباتات ذات تركيب وراثى N ms ms من الصنف المرغوب فيه :

لحسن الحظ .. فإن الجين ms يتوفر فى معظم أصناف البصل فى جميع أنحاء العالم (Duvick ١٩٦٦) . وإذا أمكن التعرف على نباتات ذات تركيب وراثى N ms ms فى

صنف ما .. فإنه يمكن نقل صفة العقم الذكرى إليه – بسهولة – بتهجينه مع نبات عقيم الذكر من أى صنف ، واستمرار تهجينه – رجعياً – بعد ذلك لمدة خمسة أجيال ، تتكون بعدها سلالتان متماثلتان تماماً ، تكون إحداهما S ms ms ، وعقيمة ، والأخرى N ms ms وخصبة . وتعطى السلالتان الرمزين (أ) ، و (ب) على التوالى ، وتستخدم السلالة (أ) كأم ، والسلالة (ب) كأب عند إكثار بذور السلالة (أ) – العقيمة الذكر – سنوياً .

وأفضل طريقة للتعرف على نباتات ذات تركيب وراثى N ms ms من الصنف المرغوب فيه هى تلقيح مجموعة كبيرة من نباتات ذلك الصنف ذاتياً ، مع تلقيح نورات أخرى – من نفس النباتات – مع نباتات عقيمة الذكر S ms ms ؛ حيث يكون النسل الناتج من التلقيح مع النباتات المرغوب فيها (N ms ms) عقيم الذكر . ويستدل – من الخبرة والتجربة – على أن نسبة النباتات التى يكون تركيبها الوراثى N ms ms تبلغ ٥ ٪ فى معظم أصناف البصل التجارية المفتوحة التلقيح ، بينما بلغت النباتات الخليطة (N Ms ms) فى أحد الأصناف ٥٠ ٪ . يحتفظ بالبذور الناتجة من التلقيح الذاتى للنباتات – التى يستدل من الاختبار السابق على أنها ذات تركيب وراثى N ms ms – لتصبح السلالة (ب) . وتستخدم تلك السلالة كأب رجعى فى برنامج للتربية بطريقة التهجين الرجعى ؛ لنقل صفة العقم الذكرى إليها – من أى صنف آخر – بغرض إنتاج السلالة (أ) .

٢ – فى حالة عدم توفر نباتات ذات تركيب وراثى Nms ms فى الصنف المرغوب فيه :

يلزم فى حالة عدم توفر نباتات ذات تركيب وراثى N ms ms – فى الصنف المرغوب فيه – تلقيحه مع سلالة عقيمة الذكر S ms ms – من صنف آخر – تستخدم كأم . يُلقح الجيل الأول الذى يكون تركيبه الوراثى S Ms ms) رجعياً إلى الصنف الأصلى (المرغوب فيه) ؛ لإنتاج نباتات الجيل الأول للتلقيح الرجعى الأول التى يكون تركيبها الوراثى S Ms Ms ، و S Ms ms بنسبة ١ : ١ .

ويتم التمييز بين هاتين الفئتين من النباتات باختبار النسل ، وتستمر التهجينات الرجعية باستعمال النباتات الخليطة (S Ms ms) إلى أن نحصل – فى نهاية البرنامج –

على سلالة عقيمة الذكر (أ) ذات تركيب وراثى S ms ms . تكثر هذه السلالة – ويحافظ عليها – بتلقيحها بسلالة خصبة الذكر (ب) من نفس الصنف ، يحصل عليها من نفس برنامج التهجين الرجعى السابق (Jones & Mann ١٩٦٣) .

وتجدر الإشارة إلى أن معدل ظهور العامل ms يكون أعلى – بكثير – من معدل ظهور العامل السيتوبلازمى S فى مختلف الأصناف ؛ فمثلاً .. تكون النسبة بينهما ١٩ : ١ فى الصنف Rijnsburger .

تلزم ثلاث سلالات لإنتاج بذور البصل الهجين ، وهى :

السلالة	حالة الطلع	التركيب الوراثى
أ	عقيم	S ms ms
ب	خصب	N ms ms
جـ	خصب	N Ms Ms

تتماثل السلالتان (أ) ، و (ب) فى جميع الصفات فيما عدا صفة العقم الذكرى ، وتسمى السلالة (جـ) بالقرين المفضل good combiner ، وهى السلالة التى تعطى هجيناً جيداً مع السلالة (أ) .

تزرع السلالتان (أ) ، و (ب) معاً ، وتحصد بذور كل منها على حدة ؛ فتكون البذور الناتجة من السلالة (أ) نسلا لها ، والبذور الناتجة من السلالة (ب) نسلا لها كذلك ؛ علما بأن حبوب لقاح السلالة (ب) تلقح كلا من السلالتين (أ) ، و (ب) . أما السلالة (جـ) .. فتزرع فى مكان منعزل؛ لإكثارها ، والمحافظة عليها بالتلقيح الخلطى الطبيعى بين نباتاتها .

ولإنتاج بذرة الهجين التجارى .. تزرع بذور السلالتين (أ) ، و (جـ) معاً فى قطعة أرض منعزلة ؛ بمعدل خط من السلالة (جـ) لكل ٤ – ٨ خطوط من السلالة (أ) ، ويتوقف ذلك على مدى قدرة السلالة (جـ) على إنتاج حبوب اللقاح ، وعلى نظام الميكنة المتبع .

يجب أن تزهر نباتات السلالتين (أ) ، و (جـ) فى وقت واحد ، ويمكن تحقيق ذلك بالتحكم فى موعد الزراعة ، وبالتحكم فى مدة الارتباع ، وهى الفترة التى تخزن فيها

الأبصال على درجة ٧ - ١٠°م ؛ لكى تتهيأ للإزهار . وبينما يمكن السماح بالتكبير فى إزهار السلالة (جـ) قليلاً .. فإنه لا يجوز أن تزهر السلالة (أ) أولا ؛ لن كمية البذرة الهجين المنتجة تنخفض بدرجة تتناسب مع مدى تبكيرها فى الإزهار عن السلالة (جـ) .

وبالرغم من اتخاذ كل الاحتياطات الممكنة .. فإنه تظهر - دائماً - بعض النباتات الخصبة الذكر فى السلالة (أ) . يمكن ملاحظة هذه النباتات - بسهولة - مع بعض التمرس على ذلك ، وتجب إزالتها والتخلص منها خارج الحقل بمجرد التعرف عليها ؛ لذا .. يلزم المرور فى الحقل عدة مرات فى بداية الإزهار لإجراء هذه المهمة .

تحصد بذور السلالة (جـ) أولا . ونظرا لأن بذورها تكون عديمة القيمة .. فإنها قد تحرث فى التربة ، أو تقلع ويستغنى عنها . ويعقب ذلك حصاد البذرة الهجين ، التى تكون منتجة على نباتات السلالة (أ) .

ونظراً لأن السلالة (أ) تكون ضعيفة المحصول - لكونها مرباة داخلياً - لذا .. فإنها قد تستبدل بهجين فردى ، يزرع بالتبادل مع السلالة (جـ) ؛ لإنتاج هجين ثلاثى (Voss ١٩٧٩) .

ولمزيد من التفاصيل عن برامج التربية المتبعة لإنتاج أصناف البصل الهجين .. يراجع Pike (١٩٨٦) . ويجب أن يؤخذ - فى الحسبان - أن برنامج التربية اللازم لإنتاج صنف هجين من البصل يستغرق - عادة - من ١٥ إلى ٢٠ سنة ، ولكن الفترة تقل عن ذلك فى حالة توفر السلالة (أ) العقيمة الذكر .

أهداف التربية

يجب أن تتوفر فى جميع أصناف البصل - أيا كان الغرض من زراعتها - الصفات التالية :

١ - المحصول الجيد .

٢ - التأقلم على الفترة الضوئية فى منطقة الإنتاج .

٣ – مقاومة الأمراض والحشرات الهامة السائدة .

٤ – مقاومة الإزهار المبكر .

وبالإضافة إلى ما سبق .. فإنه يجب أن تتوفر – فى أصناف البصل التى تسوق طازجة – الصفات التالية :

١ – أن تتناسب درجة الحرافة مع ذوق المستهلك ، ويفضل البصل المتوسط الحرافة .

٢ – أن يكون الصنف متجانساً فى الشكل ، والحجم ، واللون ، وأن تتناسب هذه الصفات مع ذوق المستهلك .

٣ – أن يكون ذا قدرة تخزينية جيدة .

٤ – أن تقل نسبة الأبصال المزدوجة به .

أما أصناف البصل التى تسوق بعد تجفيفها .. فلا بد أن تتوفر فيها – بالإضافة إلى الشروط العامة التى سبق بيانها – الشروط التالية :

١ – أن تكون الأبصال بيضاء اللون .

٢ – أن ترتفع فيها نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية .

٣ – أن تكون منطقتا الرقبة والجذور صغيرتين .

٤ – ألا تتلون أو يتكون فيها طعم مر بعد التجفيف .

٥ – أن تكون أبصالها متجانسة حتى تجف جميع الشرائح بنفس الدرجة .

أما أصناف البصل التى تزرع لأجل إنتاج بصيلات التخليل Pickles .. فإنه يفضل أن تكون أبصالها بيضاء اللون ، وذات رقبة رفيعة ، ومجموع جذرى صغير ، وساق قرصية صغيرة ، كما يفضل أن تكون الأبصال مفلطحة بطبيعتها ؛ وذلك لأن الزراعة الكثيفة تجعلها كروية ، بينما تؤدى الزراعة الكثيفة للأصناف ذات الأبصال الكروية إلى إنتاج بصيلات بيضاوية غير مرغوبة فى التخليل .

وبالنسبة للبصل الأخضر .. فإنه يفضل أن يكون الصنف المستعمل ذا أبصال بيضاء . وأنسب الأصناف هى تلك التى تحتاج إلى نهار أطول مما يكون عليه الحال فى منطقة الإنتاج ؛ حتى لا تكون أبصالاً .

وراثة بعض الصفات

تعرف وراثة بعض الصفات المميزة ، التى يمكن اعتبار بعضها جينات مُعلّمة . ويستفيد المربى من معرفته لوراثة تلك الصفات فى التمييز بين الأنسال الناتجة من التلقيح الذاتى ، وتلك الناتجة من التهجينات . ومن أمثلة تلك الصفات - وجميعها متنحية - مايلى (عن Pike ١٩٨٦) :

الصفة	الجين المسئول عنها
البادرات الألبينو albino seedling	a a
البادرات الصفراء yellow المرتبطة بالبراقة glossy	y1 y1
البادرات الصفراء غير المرتبطة بالبراقة	y2 y2
البادرات الخضراء الباهتة pale green	pg pg
البادرات الخضراء المصفرة Virescent	vv
النمو الخضرى البراق glossy	gl gl
المتوك المكشوفة exposed anther	ea ea
المتوك الصفراء yellow anther	ya ya

ومن الصفات الأخرى البسيطة .. صفة الحامل النورى القصير dwarf scape ، التى يتحكم فيها جين واحد متنح يأخذ الرمز dw1 ، ويتأثر ظهورها - قليلاً - بجينات محورة . تتميز الطفرة ببطء نمو الشمراخ الزهرى ، وتوقف استطالته فى وقت مبكر . يمكن أن يفيد هذا الجين فى منع رقاد النباتات - فى حقول إنتاج البذور - وتسهيل حصاد البذور آلياً . وجدير بالذكر أن معاملة هذه النباتات بحامض الجبرلليك - بتركيز ٥٠ جزءاً فى المليون - لم يؤد إلى استطالة شمراخها الزهرى ، بينما أدت معاملة النباتات العادية (Dw1 Dw1) بالإثيفون - بتركيز ٥٠٠ - ٥٠٠٠ جزء فى المليون - إلى قصر شماريخها الزهرية (Rabinowitch وآخرون ١٩٩١) .

التربية لتحسين صفات الجودة

درس McCollum (١٩٦٨) درجة توريث بعض صفات الجودة الكمية فى البصل ،

وتوصل إلى النتائج التالية :

الصفة	درجة التوريث
وزن البصلة	صفر – ٢٨ ر٠
قطر البصلة	صفر – ٢٧ ر٠
طول البصلة	٤٥ ر٠ – ٤٨ ر٠
دليل الشكل Shape Index	٨٩ ر٠ – ٦٢ ر٠

ويعد لون الحراشيف الخارجية للأبصال من الصفات التى درست وراثتها بالتفصيل . يتحكم فى تلك الصفة ثلاثة جينات (هى : R ، و C ، و I) ، ينتج من تفاعلاتها ظهور الألوان : الأحمر ، والأصفر ، والوردى ، والكريمى ، والأبيض . وتأتى تفاصيل وراثة تلك الصفة ضمن موضوع المقاومة لمرض الاسوداد ، أو التهبب لارتباط المقاومة بلون البصلة . ونظراً لوجود درجات كثيرة من اللونين الأصفر والأحمر (حيث توجد أبصال حمراء قاتمة ، ويتدرج اللون الأصفر من الباهت إلى القاتم) .. لذا يعتقد أنه توجد جينات أخرى مكملة لفعل الجينات الثلاثة الرئيسية فى التأثير على اللون .

التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية والتأقلم على طرق الإنتاج

مقاومة تلوث البيئة

وجد أن مقاومة الأوزون فى البصل يتحكم فيها جين واحد سائد ، يجعل الخلايا الحارسة حساسة للغاز ؛ مما يؤدى إلى إغلاق الثغور – تلقائياً – لدى تعرضها له ، فلا تُضار النباتات من جراء ذلك (عن Heggestad & Heck ١٩٧١) .

كما وجد أن مقاومة غاز ثانى أكسيد الكبريت يتحكم فيها جين واحد سائد كذلك (عن Bressan وآخرين ١٩٨١) .

المقاومة للملوحة

أوضحت اختبارات Wannamaker & Pike (١٩٨٧) – التى أجريت على مقاومة الملوحة فى خمسة أصناف من البصل – عدم وجود علاقة بين القدرة على الإنبات ، والقدرة

على النمو فى مستويات مختلفة من الملوحة . وكانت جميع الأصناف المختبرة حساسة للملوحة ، فيما عدا الصنف Texas Grano 1015Y ، الذى أنبتت بعض بذوره فى مستوى مرتفع من الملوحة ، بلغ ٤٥٠ ملليموزاً .

المقاومة لمبيدات الحشائش

وجد Hiller & Weigle (١٩٧٠) اختلافات بين سلالات البصل فى قدرتها على تحمل مبيد الحشائش isopropyl N (3-chlorophenyl) carbamate (اختصاراً : CIPC) ، وكانت أكثر السلالات مقاومة هى المتحصل عليها من صنف البصل Iowa Yellow Globe.

التربية لمقاومة الآفات

المقاومة لمرض العفن الأبيض

يسبب الفطر Sclerotium cepivorum مرض العفن الأبيض White Rot فى البصل. وقد قام Elgammal (١٩٧١) باختبار مقاومة ١٧ صنفاً من البصل ، و١٣ نوعاً آخرمن الجنس Allium ، ووجد أنها كانت – جميعاً – قابلة للإصابة ، فيما عدا النوع A. tuberosum ، الذى كان منيعاً للفطر . وقد حاول الباحث تهجين هذا النوع مع خمسة أنواع ؛ هى: الكرات أبو شوشة A. porrum ، والكرات المصرى A. kurrat (كلاهما يتبع – حالياً – النوع A. ampeloprasum) ، والبصل اليابانى الأخضر A. fistulosum ، والبصل A. cepa ، و A. galanthum . ولكنه لم يتمكن من الحصول على بذور من أى منها ، فيما عدا التهجين مع البصل ، الذى نتجت منه بذور قليلة ، ولكنها لم تنبت عند زراعتها .

وفى دراسة أخرى .. وجد Van Der Meer وآخرون (١٩٨٣) اختلافات كبيرة بين أصناف البصل والكرات من حيث مقاومتها للعفن الأبيض ، وكانت أعلى درجات المقاومة فى صنفى البصل Beth Alpha ، و Pukekohe Longkeeper ، وصنفى الكرات Carentan ، و Elephant .

مقاومة مرض الجذر الوردى

يسبب الفطر Pyrenochaeta terrestris مرض الجذر الوردى فى البصل . ونادرا ماتكون الإصابة شديدة - أو حتى ملحوظة - على النباتات الصغيرة ، إلا أنه يمكن دفع الفطر لإحداث إصابة شديدة فى البادرات بتجريح جذورها . ويجرى الاختبار فى تلك المرحلة من النمو بزراعة بذور البصل فى الرمل المعقم الملوث بالفطر . وباستعمال تركيز مرتفع من الفطر ، وإجراء الاختبار فى درجة الحرارة المناسبة .. تصاب جميع النباتات - فى خلال ثلاثين يوماً - حتى وإن كانت مقاومة تحت ظروف الحقل . وبخفض تركيز معلق الفطر .. تنجو النباتات المقاومة تحت ظروف الحقل من الإصابة فى هذا الاختبار .

وتجدر الإشارة إلى أن البادرات الضعيفة - الناتجة من زراعة بذور ضعيفة - تصاب بالمرض ، حتى وإن كانت من صنف مقاوم ، وهى حقيقة تجب ملاحظتها عند إجراء اختبارات مقاومة هذا المرض (Walker ١٩٦٥) .

وقد توصل Netzer وآخرون (١٩٨٥) - لإجراء اختبار تقييم هذا المرض - إلى الطريقة التالية : تزرع الشتلات (وهى فى عمر ٦ - ٨ أسابيع) أو البصيلات فى بيئة من الفيرميكيوليت المضاف إليه تركيز معين من جراثيم الفطر ، وتترك لمدة أسبوعين فى إضاءة ١٠ ساعات - يومياً - وحرارة ١٧° ± ١°م ، ولمدة أسبوعين آخرين فى إضاءة ١٢ ساعة - يومياً - وحرارة ٢٦°م ±١°م . وقد أمكن - بهذا الاختبار - التمييز بين نباتات البصل القابلة للإصابة ، وسلالة مقاومة من A. fistuloum .

وفى اختبار موسع لمقاومة المرض .. قيم Weinman وآخرون (١٩٨٨) جيرمبلازم البصل والأنواع القريبة المتوفرة لدى وزارة الزراعة الأمريكية (كل الـ P.I.s) لمقاومة كل من مرضى الجذر الوردى وعفن القاعدة الفيوزارى (Fusarium oxysporum f. cepae) وقد ميز الباحثون خمس سلالات من البصل كان بها بعض المقاومة لمرض الجذر الوردى ، وثلاث سلالات مقاومة لمرض عفن القاعدة الفيوزارى ، بينما انعزلت ١٥ سلالة لمقاومة المرض الأخير ، وكانت السلات المقاومة لكلا المرضين هى تلك المختبرة من الأنواع التالية : A. pekemense ، و A. galanthum ، و A. altaicum ، و A. fistulosum .

مقاومة مرض الاسوداد أو التهبب Smudge

يسبب الفطر Colletotrichum circinans مرض الاسوداد أو التهبب فى البصل . ترتبط مقاومة الفطر بلون الحراشيف الخارجية للأبصال ؛ حيث تكون المقاومة عالية فى الأبصال الحمراء والصفراء ، ومتوسطة فى الأبصال الوردية والكريمية اللون ، بينما تكون الأبصال البيضاء قابلة للإصابة . ويتحكم فى وراثة كلا الصفتين ثلاثة أزواج من الجينات كمايلى (عن Walker ١٩٥٧) :

التركيب الوراثى	لون الأبصال	المقاومة
R - C - ii	حمراء	عالية
rr C - ii	صفراء	عالية
R - C - Ii	وردية	متوسطة
rr C - Ii	كريمية	متوسطة
R - C - II	بيضاء	لاتوجد
rr C - II	بيضاء	لاتوجد
R - cc I -	بيضاء	لاتوجد
R - cc ii	بيضاء	لاتوجد
rr cc I -	بيضاء	لاتوجد
rr cc ii	بيضاء	لاتوجد

وقد أوضح Clarke فى عام ١٩٤٤ (عن Jones & Mann ١٩٦٣) ضرورة وجود العامل الوراثى السائد (C) لظهور أى تلوين بالأبصال ؛ فكل الأبصال ذات التركيب الوراثى cc تكون بيضاء اللون . وتكون الأبصال حمراء اللون عند وجود الجينين R ، و C معاً ، وتصبح الأبصال صفراء اللون ، عندما يوجد الآليل المتنحى r بحالة أصيلة مع الجين السائد C .

كذلك يوجد جين ثالث (I) ذو سيادة غير تامة ، ويؤثر فى لون الأبصال كمايلى :

١ - تكون الأبصال بيضاء اللون عند وجوده بحالة سائدة أصيلة ، أيا كانت الجينات

الأخرى الموجودة معه .

٢ - وعند وجوده بحالة متنحية أصيلة .. يتحدد اللون بالجينين C ، و R كما سبق بيانه .

٣ - أما عند وجوده بحالة خليطة .. فإن اللون يكون ورديا فى وجود الجينين C ، و R بحالة سائدة ، وكريمياً عند وجود الجين C بحالة سائدة ، والجين R بحالة متنحية أصيلة (٣٢) .

وقد تبين - من الدراسات التى أجريت على طبيعة مقاومة المرض - أن الحراشيف الخارجة للبصل الملون تحتوى على مادتين فينوليتين قابلتين للذوبان فى الماء ؛ هما : الكاتيكول Catechol ، وحامض البروتوكاتيكوك Protocatechuic Acid ، وهما سامتان للفطر المسبب لمرض الاسوداد . تذوب المادتان فى ماء التربة حول البصلة ؛ وبذا .. تمنعان الفطر من إصابة الأبصال .

وقد وجد أن الأوراق المتشحمة الداخلية لاتكون مقاومة للفطر إذا ما أزيلت الحراشيف الخارجية للبصلة ؛ ويرجع ذلك - غالباً - إلى أن المواد السامة للفطر لاتنتشر - بسهولة - فى الأوراق المتشحمة الحية الداخلية كما يحدث فى الحراشيف الميتة الخارجية .

مقاومة التربس

تتوفر مقاومة التربس فى صنف البصل White Persian (= P.I. 86279) . وترجع المقاومة إلى طبيعة نمو الصنف التى تؤدى إلى ضعف تكاثر الحشرة ، وربما ترجع - أيضاً - إلى صفات أخرى تشريحية وفسيولوجية تجعل النبات أكثر تحملا للإصابة .

ففى أصناف البصل العادية غير المقاومة .. يكون مقطع الأوراق مسطحاً من جانب ودائرياً من الجانب الآخر ؛ الأمر الذى يسمح باقتراب الأوراق من بعضها ؛ وبذا .. تتوفر الحماية للتربس من الأعداء الطبيعية ، والتقلبات الجوية . أما فى هذا الصنف .. فإن مقطع الأوراق يكون دائرياً ؛ فلا تكون ملتصقة ببعضها ، كذلك تكون أنصال الأوراق بعيدة عن بعضها ؛ وبذا .. لا تتوفر الحماية الكامنة للتربس بين الأوراق . وتتميز النباتات المقاومة - كذلك - بأن طبقة البشرة فيها سميكة ؛ الأمر الذى لايسمح بتعمق أجزاء فم الحشرة فى أنسجة الورقة (Jones ١٩٣٧) .

الفصل السادس عشر

الخضر الثانوية

١ - العائلة الخيمية

الكرفس

يعتبر الكرفس ثانى أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الخيمية Umbelliferae بعد الجزر . يسمى الكرفس فى الإنجليزية Celery ، واسمه العلمى Apium graveolens var. dulce .

الموطن وتاريخ الزراعة

وجد الكرفس ناميا بحالة برية فى منطقة تمتد من السويد شمالاً إلى الجزائر ومصر جنوبا ، وحتى جبال القوقاز وجبال الهند شرقاً . كما وجد ناميا بحالة برية كذلك فى كاليفورنيا ، ونيوزيلندة . وأغلب الظن أن موطنه فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط . ولم يستعمل الإغريق والرومان الكرفس إلا للأغراض الطبية فقط . وقد ذكر الكرفس فى الصين فى القرن الخامس الميلادى . وكان أول ذكر لاستعماله كغذاء فى فرنسا عام ١٦٢٣ . ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩) .

السيتولوجى والأصناف النباتية القريبة منه

إن الكرفس نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٢٢ كروموسوماً (Smith ١٩٧٦).

ويُهَجَّن الكـرفس - بـسـهولة - مع الصنف النباتى A. graveolens var. rapaceum (عن Honma & Lacy ١٩٨٠) .

أسس التربية وطرق التداول لأغراض التربية

أولاً : الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار فى نورات خيمية ، وهى صغيرة بيضاء اللون . تتفتح أزهار النورة الواحدة على مدى عدة أيام ، وتتفتح الزهرة فى الصباح الباكر ، وتنتثر حبوب اللقاح بعد ذلك بفترة قصيرة ، ولكنها قد تنتثر - أحياناً - قبل تفتح البتلات . تسقط بتلات الزهرة بعد ظهر اليوم التالى ، ويبدأ قلم الزهرة فى الاستطالة فى اليوم الثالث ، ولكن نموه لايكتمل إلا مع مساء اليوم الخامس من تفتح الزهرة . ومن هذا الوقت حتى اليوم الثامن يكون الميسم مغطى بسائل خاص ، ومستعدا لاستقبال حبوب اللقاح . يتضح من ذلك أن الكرفس توجد به ظاهرة الذكورة المبكرة Protandary ، ويستحيل فيه التلقيح الذاتى للزهرة الواحدة .

تعتبر أزهار الكرفس جذابة للحشرات الملقحةخاصة النحل . ويجب توفير خلايا النحل فى حقول إنتاج البذور ؛ بحيث لاتقل كثافته عن ١٠ حشرات لكل متر مربع من الحقل . والتلقيح السائد هو الخلطى بالحشرات (McGregor ١٩٧٦) . وقد توصل كل من Orton & Arus (١٩٨٤) إلى أن نسبة التلقيح الخلطى تراوحت من ٤٧ - ٨٧ ٪ ؛ بمتوسط ٤ر٧١٪ فى حقول التجارب ، بينما تراوحت من ٤ر٣٢ - ١ر٥٣ ٪ بمتوسط ٤ر٤٩ ٪ فى العشائر الطبيعية . وقد لاحظا ارتباطا ضعيفا بين نسبة التلقيح الخلطى وكثافة النمو النباتى .

ثانياً : الثمار والبذور

تعتبر ثمرة الكرفس شيزوكارب Schizocarp ، والتى تحتوى على اثنتين من أنصاف الثمار Mericarps ، التى يطلق عليها - مجازاً - اسم البذور ، وتحتوى كل منها على بذرة واحدة ، وهى - أى أنصاف الثمار - صغيرة بيضاوية مبططة من أحد جانبيها ، وتظهر بها خمسة خطوط بارزة من الجانب الآخر ، وهو الجانب الخارجى . وتوجد بين الخطوط البارزة قنوات زيتية . وتعتبر " بذرة الكرفس " أصغر بذور الخضر التابعة للعائلة الخيمية ، ويتراوح لونها من الرصاصى الفاتح إلى البنى الفاتح .

ثالثاً : طرق إجراء التلقيح الذاتى

يستحيل إجراء التلقيح الذاتى لأزهار الزهرة الواحدة فى الكرفس كما أسلفنا ، ولكن التلقيح ممكن بين أزهار النورة الواحدة ، وبين أزهار النورات المختلفة على نفس النبات . ويلزم لإجراء التلقيح الذاتى عزل نورات النبات أو بعضها داخل كيس ورقى ، أو قماشى مدعم بهيكل سلكى ، مع إدخال الذباب النظيف فيه ؛ للقيام بعملية التلقيح .

رابعاً : طرق إجراء التلقيحات

يعد إجراء التلقيحات من الأمور الصعبة – نسبياً – فى تربية الكرفس ؛ ذلك لأن أزهاره صغيرة ، وخنثى ، وتوجد فى نورات خيمية مركبة . وبالرغم من أن أزهاره مبكرة الذكورة Protandrous .. إلا أن النورة الواحدة تضم أزهاراً فى مراحل مختلفة من تكوينها ؛ الأمر الذى يسمح بحدوث تلقيح فيما بينهما ؛ حيث تلقح الأزهار الأكبر عمراً (التى تكون مياسمها قد أصبحت مستعدة للتلقيح) بحبوب لقاح من الأزهار الأحدث تفتحا فى نفس النورة ، أو من أية نورة أخرى على النبات نفسه ، ويزيد ذلك من صعوبة التحكم فى عملية التلقيح .

ولإجراء التلقيحات فى الكرفس .. تختار نورة خيمية بسيطة ، وتزال جميع أزهارها ما عدا تلك التى توجد فى المحيطات الثلاثة الخارجية ، ثم تغطى بكيس قماشى حجمه مناسب. وعندما تصبح مياسم تلك الأزهار جاهزة لاستقبال حبوب اللقاح .. يتم إدخال نورة خيمية بسيطة من النبات المستخدم كأب فى الكيس المغلف للأزهار المخصية للنبات الأم ، كما يسمح بإدخال بعض الذباب المنزلى ، أو الـ bowflies معهما ؛ ليقوم بعملية التلقيح . ويراعى وضع قاعدة حامل نورة النبات الأم فى " برطمان " به ماء ، يربط على الشمراخ النورى الرئيسى للنبات الأم .

ويراعى عند إجراء التلقيحات الاستفادة من الجينات المعلمة ؛ فتستخدم النباتات الحاملة للصفات المتنحية كأمهات ؛ ليمكن التمييز بين البذور الناتجة من التلقيح الذاتى – التى تكون نباتاتها مشابهة للأم – وتلك الناتجة من التلقيحات ، والتى تكون نباتاتها مشابهة للأب (Watts ١٩٨٠) .

وقد توصل Ochoa وآخرون (١٩٨٦) إلى الطريقة التالية لخصى أزهار الكرفس : يتم اختيار نورات بسيطة تكون نسبة الأزهار المتفتحة فيها نحو ٨٠ - ٩٠ ٪ ، على ألا تكون مياسم تلك الأزهار قد استعدت للتلقيح بعد ، وتزال الأزهار الأخرى - التى مازالت فى الطور البرعمى - فى تلك النورات ، وكذلك تزال النورات الأخرى البسيطة التى تكون على نفس النبات ؛ حيث يستبقى - فى نهاية الأمر - على ٥ - ٧ نورات بسيطة ، تحتوى كل منها على ١٠ - ١٥ زهرة متفتحة لم تستعد بعد للتلقيح . تُمْسَك كل نورة منها بحرص بالأصابع ، وترش برذاذ من الماء من رشاشة منزلية عادية ؛ للتخلص من المتوك وحبوب اللقاح التى تكون عالقة بتلك الأزهار . وبعد أن تجف تلك النورات .. فإنها تغطى بأكياس ورقية (٥ × ١٨ سم) ؛ حتى لا تتلوث بحبوب لقاح غريبة .

وعندما تصبح مياسم الأزهار جاهزة لاستقبال حبوب اللقاح (بعد نحو ٤ - ٥ أيام من خصيها) .. فإنها تلقح بحبوب لقاح من أزهار حديثة التفتح من نباتات الآباء ، بنفس الطريقة التى سبق شرحها .

وقد وجد الباحثون أن فروع الشماريخ الزهرية المقطوعة من النبات تعطى - عند وضعها فى الماء - جذوراً تسمح بامتداد حياتها ، إلى أن تنتج بذوراً مكتملة التكوين . ويلزم - عند إجراء ذلك - وضع قطرة من محلول مثل الكلوراكس التجارى (٥٠ ٪ bleach) لكل ٢٠٠ مل من الماء ؛ لوقف النمو الفطرى . أنتجت الأفرع النورية جذوراً - فى خلال أسبوعين من وضعها فى الماء - وتكونت تلك الجذور عند العقد ، وعلى السلاميات ، وعلى السطح المقطوع ، واستمرت الأفرع النورية فى نموها الطبيعى ، وكونت أزهاراً جديدة يمكن أن تجرى عليها التلقيحات بصورة روتينية . كذلك استمرت بعض الأفرع التى لم تنتج جذوراً بحالة جيدة ، إلى أن أنتجت بذوراً مكتملة التكوين .

خامساً : حفظ وتخزين حبوب اللقاح

يتطلب الكرفس معاملة الارتباع لكى يزهر . وتختلف الأصناف فى احتياجاتها من الحرارة المنخفضة ؛ مما يؤدى إلى تباينها فى موعد إزهارها ، وهو ما يشكل صعوبة بالنسبة للمربى .

وقد لجأ D' Antonio & Quiros (١٩٨٧) إلى طريقة - أمكن بواسطتها تخزين حبوب اللقاح لحين الحاجة إليها فى التلقيحات - تتلخص فى تجفيف النورات - عند تفتح الأزهار - فى حضّان ؛ على درجة ٣١°م لمدة ١٤ ساعة ، ثم سحقها يدوياً ، وغربلتها من الشوائب ، ثم جمع حبوب اللقاح ، وتخزينها فى كابسولات جيلاتينية على درجة حرارة منخفضة . وأوضحت الدراسات تأثير درجة حرارة التخزين كمايلى :

١ - فى حرارة ٢٤°م .. احتفظت نسبة كبيرة من حبوب اللقاح بحيويتها لمدة ستة أيام ، ثم انخفضت الحيوية إلى الصفر فى اليوم التاسع إلى الثانى عشر .

٢ - فى حرارة ٤°م .. كانت نسبة إنبات حبوب اللقاح هى ٤٥ - ٥٠ ٪ بعد ٩ أشهر من التخزين ، ولكنها وصلت إلى الصفر بعد سنة ونصف من بداية التخزين .

٣ - فى حرارة ١٠°م تحت الصفر .. احتفظت ١٠ - ٣٠ ٪ من حبوب اللقاح بحيويتها حتى الشهر الثامن عشر ، لكن نسبة كبيرة منها ظلت محتفظة بحيويتها لمدة ٦ - ٩ أشهر .

سادساً : العقم الذكرى

لاحظ Quiros وآخرون (١٩٨٦) أحد النباتات العقيمة الذكر فى سلالة الكرفس الإيرانية P.I. 1229526 ، ووجدوا أن تلك الصفة بسيطة ومتنحية . تبدو متوك النباتات العقيمة الذكر منكمشة وخالية من حبوب اللقاح ، وتبقى أسديتها عالقة بالزهرة ، إلى أن تصبح مياسمها مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح ، بينما تسقط الأسدية - فى النباتات الخصبة الذكر - قبل تمدد قلم الزهرة . تنتج أزهار النباتات العقيمة الذكر الرحيق بكميات تكفى لجذب الحشرات ؛ مما يسمح بتلقيحها خلطيا . وقد قدر أن إنتاج السلالة العقيمة الذكر من البذور يقل بمقدار ٣٠ ٪ عن النباتات الخصبة الذكر .

وراثة الصفات وأهداف التربية

تكون أعناق أوراق بعض سلالات وأصناف الكرفس إسفنجية القوام pithy حتى وهى صغيرة ، وتلك صفة غير مرغوبة ، ويتحكم فيها عامل وراثى واحد سائد .

ويرغب قطاع من المستهلكين فى الكرفس ذى اللون الأخضر الباهت ، وتلك صفة بسيطة ومتنحية . وتختلف أصناف الكرفس - كثيراً - من حيث تحملها لنقص عنصر المغنيسيوم ،

ويكون محتوى النباتات من المغنيسيوم مرتفعاً فى الأصناف غير الحساسة لنقص العنصر (مثل Utah 15) ، بينما يكون منخفضاً فى الأصناف الحساسة (مثل Utah 10 - B) . وقد أوضحت دراسات Pope & Munger (١٩٥٣ عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) أن الحساسية لنقص المغنيسيوم صفة بسيطة ومتنحية .

كذلك توجد اختلافات كبيرة بين أصناف الكرفس من حيث سرعة اتجاهها نحو الإزهار.

البقدونس

يعرف البقدونس فى الإنجليزية باسم Parsley . وتنتمى جميع أصنافه - التى تزرع لأجل أوراقها - إلى النوع Petroselinum crispum ، أما الأصناف التى تزرع لأجل جذورها - المتدرنة اللفتية الشكل - التى تؤكل بعد طهيها .. فإنها تتبع الصنف النباتى P. crispum var. tuberosum ويعتقد أن موطن البقدونس فى أوروبا ، وقد زرع منذ أكثر من ألفى عام .

هذا .. و يعد البقدونس نباتاً ثنائى التضاعف ،.فيه ٢ن ٢س = ٢٢كروموسوماً .

الهجن الجنسية

١ - الهجين بين البقدونس والكرفس

تمكن Madzharova وآخرون (١٩٧١) من تهجين الكرفس Apium graveolens مع البقدونس ، والحصول على تراكيب وراثية جديدة ، كان منها الصنف Festival 68 ، الذى يتميز بأوراقه التى تشبه أوراق البقدونس ، ولكنه يزيد فى المحصول على الأصناف القياسية بنحو ٥٠ - ٨٠ ٪ ، كما يحتوى على كميات من فيتامين (جـ) والمعادن أكبر من أى من الكرفس ، أو البقدونس . وقد تشابه هذا الصنف مع البقدونس فى محتواه من الزيوت الطيارة .

وفى محاولة لنقل صفة المقاومة للندوة المتأخرة - التى يسببها الفطر Septoria apiicola إلى الكرفس .. هجن Honma & Lacy (١٩٨٠) صنف الكرفس Golden Spartan مع سلالة من البقدونس منيعة للفطر ، هى السلالة P.I. 357330 ، التى تتبع

النوع Petroselinum hortense ؛ وذلك بزراعتهما – معاً – فى معزل ، وتلقيحهما – معاً – بواسطة نحل العسل . كانت أعناق الأوراق صفراء فى الكرفس ، وخضراء فى البقدونس؛ علماً بأن اللون الأخضر سائد على الأصفر . حصدت البذور من الكرفس ، وزرعت ، ثم شتلت نحو ١٠٠٠ بادرة فى أحواض لتربية الشتلات . وعندما بلغ طول الشتلات نحو ١٥ سم .. فحصت أعناق أوراقها ، فوجد أن ثلاث أوراق منها كانت ذات أعناق صفراء اللون ؛ مما يدل على أنها هجن جنسية . وقد انتخبت هذه النباتات ، وعوملت بالحرارة المنخفضة ؛ لتهيئتها للإزهار .

كانت النباتات الهجين وسطاً بين أبويها فى صفات النمو الخضرى ، ولكنها تشابهت أكثر مع الكرفس عند الإزهار ، وبلغت خصوبتها نحو ٦٠٪ من خصوبة نباتات الكرفس العادية . وفى الجيل الثانى .. ظهر انعزال فى مقاومة الندوة المتأخرة ، وفى لون عنق الورقة ؛ مما يؤكد أن تلك النباتات كانت هجنا جنسية .

٢ – الهجين بين البقدونس والكرفس اللفتى

يهجن البقدونس مع الكرفس اللفتى A. graveolens var. rapaceum ، كما حدث هذا التهجين نفسه فى الطبيعة . تشابهت أوراق النباتات – فى بعض هذه الهجن – مع أوراق البقدونس ، ولكن جذورها كانت كبيرة ومتضخمة . وفى هجن أخرى .. أمكن عزل طرز جديدة من البقدونس والكرفس اللفتى ، كانت أكثر أوراقاً ، وأعلى فى القيمة الغذائية ، ومقاومة لكل من الفطرين Septoria apiicola ، و S. petroselini .

الجزر الأبيض

يعرف الجزر الأبيض فى الإنجليزية باسم Parsnip ، ويسمى – علمياً – Pastinaca sativa . يعتقد أن موطن المحصول فى شرق البحر الأبيض المتوسط ، وقد كان معروفاً لدى الإغريق والرومان .

تحمل الأزهار فى نورات خيمية أقل اندماجاً من نورات الجزر ، وهى – أى الأزهار – صغيرة صفراء اللون . يصبح الميسم مستعداً لاستقبال حبوب اللقاح بعد خمسة أيام من انتثارها من متوك نفس الزهرة؛ أى إن أزهار الجزر الأبيض مبكرة التذكير Protandrous .

وتتفتح الأزهار الموجودة بالمحيطات الخارجية أولا ، وتصل مياسمها - غالباً - إلى حبوب لقاح من أزهار المحيطات الداخلية بنفس النورة . وبالرغم من ذلك .. فإن التلقيح الخلطى هو السائد ، ويتم بالحشرات ، وأهمها النحل الذى يزور الأزهار ؛ لجمع الرحيق الذى يوجد فيها بوفرة .

إن أفضل وسيلة لإجراء التلقيحات فى الجزر الأبيض هى وضع رؤوس زهرية من الأبوين معا فى كيس ورقى أو قماشى ، مع إدخال بعض الذباب المنزلى ، أو الـ bowflies معهما داخل الكيس . يؤدى ذلك إلى حدوث تلقيحات خلطية كثيرة ، كما تحدث بعض التلقيحات الذاتية ، ولكن يمكن التخلص منها بسهولة بعد زراعة البذور ؛ بالاستعانة بالجينات المعلمة .

ثمرة الجزر الأبيض شيزوكارب Schisocarp ، والبذرة ميريكارب Mericarp (نصف شيزوكارب) . وتتميز البذرة بأن اثنين من البروزات الطولية الخارجية (التى توجد فى بذور جميع الخضر الخيمية) يمتدان - إلى الخارج - فيما يشبه الأجنحة ، بينما تبقى البروزات الأخرى أثرية . يتراوح طول البذرة من ٥ - ٨ مم . ولا تحتفظ بذور الجزر الأبيض بحيويتها لأكثر من سنتين إذا حفظت فى أوعية غير منفذة للرطوبة فى حرارة الغرفة .

٢ - العائلة البقولية

تضم العائلة البقولية Leguminosae عددا كبيرا من محاصيل الخضر الثانوية (حسن ١٩٨٩) ، التى تتميز بأن أزهارها خنثى ، وغير منتظمة ، وتتركب من خمس سبلات ، وخمس بتلات ، تعرف الخلفية منها بالعلم ، والجانبيتان بالجناحين ، والأماميتان بالزورق، والأخيرتان ملتحمتان ، وتضمان بداخلهما أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث . يتكون الطلع من عشر أسدية فى محيطين ، وتبقى السداة الخلفية سائبة ، بينما تلتحم خيوط الأسدية التسع الأخرى ، وتشكل أنبوبة سدائية تضم بداخلها المتاع . يتركب المتاع من كربلة واحدة تحتوى على حجرة واحدة ، ويوجد بداخلها صفان متقابلان من البويضات على الطراز البطنى ، والمبيض علوى . والتلقيح ذاتى غالباً ، ولكنه قد يكون خلطياً بالحشرات . والثمرة

إما قرنة pod ، وإما بقلة legume . وتعرف البقلة بأنها ثمرة تتكون من غرفة واحدة ، تتفتح من طرزيها الظهرى والبطنى عند النضج . والبذور لا إندوسبرمية عادة .

فاصوليا الليماوا لسيفا

تعرف فاصوليا الليماوالسيفا فى الإنجليزية بالاسمين : Lima beans ، و Sieva beans على التوالى ، وهما محصول واحد يسمى - علمياً - Phaseolus lunatus . وبينما تعد فاصوليا الليما معمرة ، وذات بذور كبيرة الحجم .. فإن فاصوليا السيفا حولية ذات بذور صغيرة . ونظراً لأنهما يُلَقَّحان بسهولة تامة مع بعضهما البعض ؛ لذا .. فقد وُضِعَا - معاً - تحت نوع نباتى واحد بعد أن كانا - فيما مضى - يوضعان تحت نوعين مختلفين هما : P. limensis لفاصوليا الليما ، و P. lunatus لفاصوليا السيفا ، كما يعرفان - حالياً - باسم واحد هو فاصوليا الليما .

يعتقد أن موطن الفاصوليا الليما هو أمريكا الاستوائية ، وربما كان فى البرازيل ، أو جواتيمالا . والنبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٢٢ كروموسوماً .

يصعب - كثيراً - إجراء التهجين P.vulgaris x P. lunatus ؛ حيث يحدث الإخصاب ، ولكن الجنين يفشل فى إكمال نموه ويضمحل ؛ لذا .. فإن مزارع الأجنة مزارع تعد ضرورية للحصول على نباتات الجيل الأول لهذا الهجين النوعى . وتتميز الأجنة الهجين بأن نموها فى البيئات الصناعية يكون بطيئاً جداً ؛ مقارنة بنمو الأجنة الناتجة من التلقيح الذاتى للفاصوليا العادية ؛ وبذا .. يمكن تمييز كل منهما عن الآخر (Leonard وآخرون ١٩٨٧) .

يمكن إجراء التلقيحات فى فاصوليا الليما - بسهولة - بالضغط على جناحى الزهرة لأسفل ، إلى أن يبرز الميسم من الزروق ؛ حيث يمكن تلقيحه . ويجرى ذلك فى اليوم السابق لتفتح الزهرة .

وقد أمكن تحسين نسبة العقد فى فاصوليا الليما ؛ بحك عنق الزهرة - برفق - عند التلقيح بإبرة سبق غمسها فى لانولين ، يحتوى على ٨ ر٠ ٪ إندول حامض البيوتيريك ، أو ٢ ر٠ ٪ باراكلورو فينوكى حامض الخليك (عن Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

يعتبر لون قصرة البذرة الأبيض صفة سائدة على لون القصرة الأخضر ، ويتحكم فيها

جين واحد ، يأخذ الرمز W (Tucker ١٩٦٥) .

وقد تمكن Dickson (١٩٧٣) من إنتاج سلالات من فاصوليا الليما قادرة على الإنبات فى درجة حرارة ١٠° / ١٢°م (ليل / نهار) ، بينما لا يمكن لبذور الأصناف العادية أن تنبت فى درجة حرارة تقل عن ١٥°م . ولم يلاحظ الباحث وجود أية علاقة بين لون قصرة البذرة ، وقدرتها على الإنبات فى الحرارة المنخفضة .

فول الصويا

يعرف فول الصويا فى الإنجليزية باسم Soybean ، و Soya bean ، ويسمى -- علمياً- Glycine max . يعتبر فول الصويا واحداً من أهم محاصيل الحقل ، ولكنه يزرع – أيضاً – كمحصول خضر ؛ حيث تطهى بذوره الخضراء ، وتؤكل بذوره الجافة المستنبتة طازجة ، ويعتقد أن موطنه فى جنوب شرقى آسيا .

إن نبات فول الصويا ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٤٠ كروموسوماً (Hymowitz ١٩٧٦) .

وقد وجد Bernard & Jaycox (١٩٦٩) جيناً يؤدى إلى زيادة نسبة التلقيح الخلطى الطبيعى – فى فول الصويا – من أقل من ١ ٪ إلى حوالى ١٠ ٪ . وقد أعربا عن اعتقادهما بأن هذا الجين يمكن أن يفيد فى إنتاج كميات من البذرة الهجين تكفى لأغراض التربية .

ومن أهم أغراض التربية – فى فول الصويا – مايلى :

١ – زيادة المحصول : إن أهم مكونات المحصول هى : حجم البذور ، وعدد البذور بالنبات ، وعدد القرون عند كل عقدة ، وعدد البذور بالقرن ، ونسبة البذور العاقدة .

لقد وجدت اختلافات كبيرة بين أصناف فول الصويا من حيث قدرتها على البناء الضوئى ، كما وجد ارتباط جوهرى بين القدرة على البناء الضوئى وبين نسبة وزن الورقة إلى مساحتها (Dornhoff & Shibles ١٩٧٠) .

٢ – موعد النضج : لعدد الأيام من الزراعة إلى الحصاد أهمية كبيرة فى تحديد

الأصناف المناسبة للزراعة فى المناطق المختلفة ، ويتأثر ذلك بالفترة الضوئية .

٣ – مقاومة الرقاد وانشطار القرون .. حيث أمكن إنتاج أصناف قائمة لا تتعرض للرقاد ، ولا تنشطر قرونها عند النضج .

٤ – المقاومة للأمراض .. ومن أهمها اللفحة البكتيرية ، والبياض الدقيقى .

٥ – نسبة البروتين .. وهى صفة تتناسب – عكسيا – مع نسبة الزيت .

٦ – لون الغلاف البذرى ، ونسبة الزيت بالنسبة لأصناف المحصول الحقلى .

ولمزيد من التفاصيل عن تربية فول الصويا .. يراجع Johnson & Bernard (١٩٦٢) .

فاصوليا تبارى

تعرف فاصوليا تبارى Tepary Bean – علمياً – باسم Phaseolus acutifolius var. latifolius .

ويعتقد أن موطنها فى جنوب شرقى الولايات المتحدة الأمريكية والمكسيك ؛ حيث تنتشر زراعتها .

تتميز فاصوليا تبارى بقدرتها الكبيرة على تحمل ملوحة التربة ؛ مقارنة بالفاصوليا العادية (Goertz & Coons ١٩٨٩) ، كما أنها تعد – كذلك – أكثر تحملاً للحرارة العالية .

وقد وجدت مقاومة البكتيريا Xanthomonas campestris pv phaseoli – المسببة لمرض اللفحة العادية – فى بعض سلالات فاصوليا تبارى . وتعتبر تلك المقاومة أفضل من مصادر مقاومة البكتيريا التى وجدت فى كل من الفاصوليا العادية ، والفاصوليا المدادة P. coccineus وقد تبين أن المقاومة التى توجد فى سلالة فاصوليا تبارى P.I. 319443 (فى كل من الأوراق والقرون) يتحكم فيها جين واحد سائد (Drijfhout & Blok ١٩٨٧) .

فاصوليا منج

تعرف الفاصوليا المنج فى الإنجليزية بعدة أسماء ؛ منها : Mung Bean ، و Green Gram . وتسمى – علمياً – vigna radiata ، وكانت تعرف سابقا بالاسمين : Phaseolus radiatus ، و P. aureus .

إن نبات الفاصوليا المنج ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٢٢ كروموسوماً ، وقد عرفت وراثة أكثر من ٤٥ جينا فيه .

تُهَجَّن V. radiata مع V. mungo بسهولة ، ولكن بشرط استخدام النوع الأول كأم . كذلك هجن النوع V. radiata بنجاح مع الأنواع : V. umbellata ، و V. angularis ، و Phaseolus trilobus ، و P. lathyroides .

وتجرى محاولات لتربية أصناف من الفاصوليا المنج غير حساسة للفترة الضوئية ؛ حيث تتوفر سلالات أقل حساسية للفترة الضوئية من غيرها (Fernandez & Chen ١٩٨٩) .

ولمزيد من التفاصيل عن وراثة وتربية الفاصوليا المنج .. يراجع Fery (١٩٨٠) .

الأرد

يعرف الأرد فى الإنجليزية باسم Urd ، و Black Gram ، و Urdbean ، ويسمى – علمياً – Vigna mungo ، وكان يعرف – سابقاً – بالاسم Phaseolus mungo . وهو يزرع منذ القدم فى الهند .

إن نبات الأرد ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٢٢ كروموسوماً ، وقد وصف أكثر من ٤٠ جيناً فى النبات .

سبقت الإشارة إلى أن V. mungo يُهَجَّن مع V. radiata ، كما يُهَجَّن كذلك مع الأنواع : V. umbellata ، و Phaseolus vulgaris ، و P. trilobus . كذلك نجح Kaushal & Singh (١٩٨٨) – جزئيا – فى تهجين V. mungo مع فاصوليا أدزوكى (V. angularis) .

والتفاصيل الخاصة بوراثة وتربية محصول الأرد .. يراجع Fery (١٩٨٠) .

البسلة البيجون

تسمى البسلة البيجون فى الإنجليزية Pigeon Pea ، أو Red Gram ، وتعرف – علمياً– باسم Cajanas cajan . يعتقد أن موطن النبات فى أفريقيا ؛ حيث ينمو – أحيانا– بصورة برية . وقد زرعه قدماء المصريين منذ أكثر من أربعة آلاف عام ، ووجدت بنوره فى مقابرهم .

إن نبات البسلة البيجون ثنائى التضاعف ، وفيه ٢ن = ٢س = ٢٢ كروموسوماً ، إلا أنه يوجد فى الهند نباتات رباعية ، وسداسية التضاعف كذلك .

ويربى المحصول فى الهند ، وهاواى ، وبورتوريكو ، وترينداد للأغراض التالية :

١ – زيادة محصول القرون الخضراء والبنور الجافة .

٢ – سهولة الحصاد ؛ بتربية أصناف قصيرة ، تتركز فيها القرون فى نهايات الفروع .

٣ – عدم الاستجابة للفترة الضوئية ؛ ليكون إزهارها وإثمارها مستمرين .

٤ – النضج المبكر ، والنمو المحدود .

٥ – مقاومة الأمراض ، خاصة الذبول الفيوزارى .

٦ – لون البنور المناسب للتعليب (عن Purseglove ١٩٧٤) .

يتحمل نبات البسلة البيجون التربية الداخلية ، كما تظهر به قوة الهجين عند تهجين السلالات المرباة تربية داخلية ، لكن يصعب – عمليا – إنتاج البذرة الهجين ؛ لذا .. فهى غير مستخدمة فى الزراعة .

ولمزيد من التفاصيل عن تربية البسلة البيجون .. يراجع Royes (١٩٧٦) .

٣ - العائلة الصليبية

تضم العائلة الصليبية Crucicferae عديدا من الخضر الثانوية (حسن ١٩٨٩) . تتميز الأزهار بأنها صفراء اللون غالباً ، ويتكون كأس الزهرة من أربع سبلات ، والتويج من أربع

بتلات ، والطلع من ست أسدية ؛ منها اثنتان قصيرتان ، وأربع أسدية طويلة . المبيض علوى ، وللزهرة قلم واحد ، وميسم واحد ، وتوجد غدد رحيقية بين الأسدية والمبيض .

تتفتح الأزهار فى الصباح ، ويكون تفتح المتوك بعد ساعات قليلة من تفتح الزهرة ؛ أى إنها تعتبر مبكرة التأنيث قليلاً Slightly Protogynous ، وتبقى الأزهار متفتحة لمدة ثلاثة أيام . تنتشر ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى معظم الصليبيات ، وتبلغ نسبة التلقيح الخلطى فيها حوالى ٩٥ ٪ . يتم التلقيح بواسطة الحشرات ، وأهمها نحل العسل .

البروكولى

يسمى البروكولى فى الإنجليزية Broccoli ، و Sprouting Cauliflower ، ويعرف - علمياً - باسم Brassica oleracea var. italica . وقدعرف البروكولى منذ عهد الرومان ، وربما يكون قد نشأ فى منطقة آسيا الصغرى ، وحوض البحر الأبيض المتوسط .

أسس التربية وطرق تداول المحصول لأغراض التربية

يهجن البروكولى ، ويلقح - ذاتياً - مثل الكرنب .

تنتشر ظاهرة عدم التوافق الاسبوروفيتى فى أصناف البروكولى ، وتعد من أقوى حالات عدم التوافق التى توجد فى الصليبيات (Watts ١٩٨٠) . وكان Odland (١٩٦٢) قد بين أن حالة عدم التوافق فى البروكولى هى من النوع الاسبوروفيتى ، وميز سبعة آليلات للجين S ، وأوضح أن كل آليل قد يظهر تأثيره مستقلا عن الآخر ، وأنه قد تظهر سيادة تامة أو جزئية فى حبوب اللقاح ، أو فى الميسم ، أو فى كليهما . كذلك تمكن Stern وآخرون (١٩٨٢) من تمييز سبعة آليلات للجين S فى ١٥ صنفاً وسلالة تربية من البروكولى .

وبمقارنة هذه الآليلات بتلك التى عرفت سابقاً فى B. oleracea وجد أنها S_2 ، و S_{13}، و S_{15} ، و S_{18} ، و S_{24} ، و S_{39} ، و S_{51} . كانت الآليلات S_{18} ، و S_{24} ، و S_{39} سائدة ، ووجدت فى هجن هامة ؛ فوجد S_{18} فى كل من Gem ، و Futura ، ووجد S_{24} فى Green Duke . أما S_2 .. فقد كان متنحيا فى حبوب اللقاح .

وقد قارن Wilkins & Beyer (١٩٨٨) عدة طرق لإجراء التلقيح الذاتى فى البروكولى ، وتوصل إلى النتائج التالية :

طريقة التلقيح	عدد البذور بكل ١٠ ثمار
المقارنة	صفر
إضافة كلوريد الصوديوم (٥ر١ ٪) إلى الميسم بحقنة صغيرة قبل التلقيح بـ ١٥ دقيقة .	٤٠ر١
إضافة كلوريد الصوديوم (٥ر١ ٪) إلى الميسم بقطعة قطن مبللة بالمحلول قبل التلقيح بـ ١٥ دقيقة .	٠٧ر١
المعاملة بثانى أكسيد الكربون بتركيز ٥ ٪ لمدة ٢٤ ساعة بعد التلقيح .	٨٠ر٣
التلقيح البرعمى .	٤٠ر٠

وتمكن Crisp & Grout (١٩٨٤) من تخزين حبوب لقاح البروكولى فى النيتروجين السائل دون أن تفقد حيويتها .

إن معظم أصناف البروكولى المحسنة هى أصناف هجين ، أو أصناف مفتوحة التلقيح أنتجت بطريقة الانتخاب الإجمالى ، لا تقل فى قوة نموها عن الهجن .

يستفاد من ظاهرة عدم التوافق الذاتى فى إنتاج الهجن . كذلك أمكن تعرف على عدة جينات للعقم الذكرى ؛ منها الجين ms-6 الذى تبين أنه حساس لدرجة الحرارة كمايلى : (Dickson ١٩٧٠) :

درجة الحرارة	حالة الطلع
١٠°م	خصب تماماً
١٧° / ١٢°م (نهار / ليل)	تتكون بعض حبوب لقاح خصبة غير طبيعية
٢٤° / ١٧°م (نهار / ليل)	عقيم تماماً

أهداف التربية

١ - التبكير فى النضج

أوضحت دراسات Dickson (١٩٦٨) أن التبكير فى النضج صفة بسيطة سائدة . كما أن Baggett & kean (١٩٨٦) أوضحا أن تلك الصفة - معبرا عنها بعدد الأيام إلى حين ظهور أول زهرة متفتحة - كمية ، ويتحكم فيها جينات ذات تأثير إضافى بصفة أساسية .

٢ - صفات الجودة ومقاومة العيوب الفسيولوجية

أوضحت دراسات Dickson (١٩٨٦) مايلى :

الصفة	وراثتها
تورد rosetting الرأس الطرفية	بسيطة وسائدة
تواجد الأوراق بالرأس	بسيطة وسائدة
غياب البرعم القمى Blindness	بسيطة ومتنحية
الرأس المفتوحة Open Head	بسيطة وسائدة تحت ظروف الحقل الحارة صيفا وبسيطة ومتنحية تحت ظروف الصوبة شتاء
النبات الطويل	بسيطة وسائدة على صفة النبات القصير

٣ - المقاومة للأمراض

اختبر Laemmlen & Mayberry(١٩٨٤) مجموعة كبيرة من أصناف البروكولى لمقاومة البياض الزغبى تحت ظروف الحقل ، ووجدا مستوى عالياً من المقاومة فى الأصناف : Cindy ، و Citation ، و Excalibur ، و Nancy .

كذلك تتوفر مقاومة الفطر Plasmodiophora brassicae ، المسبب لمرض الجذر الصولجانى فى عدة أصناف من البروكولى . وقد أوضحت دراسات Chiang وآخرين (١٩٨٩) أن متوسط محتوى أيون الثيوسيانات thiocyanate كان أقل - جوهريا - فى

النباتات المقاومة مما فى النباتات السليمة .

الكرنب بروكسل

يسمى الكرنب بروكسل فى الإنجليزية Brussels Sprouts ، ويعرف – علمياً – باسم Brassica oleracea var. gimmifera . يعتبر النبات أحد الطرز البرية للكرنب ، ويعتقد أن موطنه فى شمالى أوروبا .

يهجن الكرنب بروكسل ، ويلقح – ذاتياً – مثل الكرنب .

برغم انتشار ظاهرة عدم التوافق (من الطراز الأسبوروفيتى) فى الكرنب بروكسل ، إلا أنها تعد ضعيفة – نسبياً – مقارنة بحالة عدم التوافق فى الصليبيات الأخرى . وقد درس Ockendon (١٩٧٥) مستويات السيادة بين ١٦ أليلاً من أليلات عدم التوافق فى ٣٤ تركيباً وراثياً خليطاً من الكرنب بروكسل ، ووجد أن أكثر الأليلات سيادة فى المياسم كانت : S_{23} ، و S_{29} ، و S_{39} ، وأن أكثرها تنحياً كانت : S_5 ، و S_{14} ، و S_{45} .

ونظراً لضعف حالة عدم التوافق فى كرنب بروكسل .. فإن الأصناف الهجين – التى تعتمد فى إنتاجها على ظاهرة عدم التوافق – غالباً ماتحتوى على نسبة من البذور الناتجة من التلقيح الذاتى ، أو التلقيح بين نباتات سلالة الأم ، وتكون هذه النباتات أضعف نموا من الهجين ؛ لذا .. فإن قوة نمو الصنف الهجين تتحدد بمدى التلقيح الذاتى الذى يحدث فى سلالة الأم ، ويعد إنتاج سلالات عديمة التوافق ذاتياً من أهم أهداف برامج تربية كرنب بروكسل لإنتاج الهجن (Watts ١٩٨٠) .

يواجه مربى الكرنب بمشكلة المحافظة على التراكيب الوراثية المنتخبة لإجراء التلقيحات المرغوبة ؛ وذلك لأنها تموت إذا نقلت من الحقل إلى الصوبة . ويعد الإكثار الخضرى أفضل وسيلة للتغلب على هذه المشكلة . ويكثر الكرنب بروكسل – خضرياً – بالكرينبات الصغيرة المستعملة فى الغذاء ؛ حيث تزرع كاملة ، أو بعد تجزئتها . وبرغم أن هذه الكرينبات يمكن أن تتهيأ للإزهار بعد زراعتها .. إلا أنه يُفضَّل أن تكون زراعتها بعد تهيئتها للإزهار .

هذا .. ويمكن أن تجزأ الكرينبة الواحدة – التى يبلغ قطرها ٣ سم – إلى ٢٠ ورقة ، يوجد مع كل منها برعمها الإبطى الخاص بها ، الذى ينمو معطيا نورة تحتوى على ٣٠ زهرة على الأقل .

الكرنب الصينى

يطلق اسم الكرنب الصينى على محصولين تابعين لصنفين نباتيين مختلفين ؛ هما :

١ - الكرنب الصينى Chinese Cabbage :

تعرف أصناف الكرنب الصينى باسم Pe-tsai ، وتسمى - علمياً - Brassica campestris ssp. Pekienensis ، وكان يعرف - سابقاً - باسم B. pekienensis .

٢ - المسترد الصينى Chinese Mustard :

تعرف أصناف المسترد الصينى باسم Pak - choî ، وباسم Celery Mustard ، ويعرف - علمياً - باسم Brassica campestris ssp. chinensis ، وكان يعرف - سابقا- باسم B. chinensis .

يعتقد أن موطن الكرنب الصينى فى الصين ؛ حيث زرع بها منذ القرن الخامس الميلادى ، والنبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٢٠ كروموسوماً .

يهجن الكرنب الصينى ، ويلقح - ذاتياً - كما فى الصليبيات الأخرى . وقد درس تأثير المعاملة بغاز ثانى أكسيد الكربون على كسر حالة عدم التوافق الذاتى فى خمسة أصناف من الكرنب الصينى ، ووجد أن استعمال الغاز بتركيز ٢ ٪ كان كافياً - فى بعض السلالات - لإنتاج أعداد من البنور - من التلقيحات الذاتية للأزهار المتفتحة - مساوية لتلك التى يحصل عليها من التلقيح البرعمى ، بينما كان تركيز ٣ ٪ لازماً فى سلالات أخرى ، ولم يكن للغاز أى تأثير فى مجموعة ثالثة من السلالات . ووجد أن الفترة المناسبة للمعاملة بالغاز كانت ٢ - ٣ ساعات فى الأصناف الحساسة ، وكان أفضل وقت للمعاملة بالغاز بعد التلقيح مباشرة ؛ لأن الحساسية للغاز نقصت - تدريجياً - بعد ذلك (Asian Veg. Res. Dev. Center ١٩٨٧) .

إن معظم أصناف الكرنب الصينى المنتشرة فى الزراعة هى من الأصناف الهجين ، وتستخدم فى إنتاجها ظاهرة عدم التوافق الذاتى (McNaughton ١٩٧٦) .

أهداف التربية

تتنوع أهداف التربية في الكرنب الصينى ، ومن أهمها مايلى :

١ - المقاومة للإزهار السريع

تتجه نباتات الكرنب الصينى نحو الإزهار المبكر إذا ما تعرضت لدرجة حرارة تقل عن ١٣°م ، ثم أعقب ذلك تعرضها لدرجة حرارة أعلى من ١٣°م . وتتشابه جميع أصناف الكرنب الصينى فى هذا الشأن ؛ لذا .. اتجه الباحثون نحو الأنواع القريبة لنقل صفة المقاومة للإزهار السريع منها . وقد هجن الباحثون الكرنب الصينى - لهذا الغرض - مع كل من الكيل B. napus ، واللفت B. campestris var. rapa . وفى كلتا الحالتين .. وجد أن صفة مقاومة الإزهار السريع يتحكم فيها زوجان من جينات رئيسية ذات تأثير إضافى ، ولكن وجد - فى حالة التلقيح مع اللفت - علاقة قوية بين المقاومة العالية للإزهار المبكر وصفات اللفت (Mero & Honma ١٩٨٥) .

٢ - مقاومة الحرارة العالية

يقصد بالقدرة على تحمل درجات الحرارة المرتفعة إمكان إنتاج رؤوس مندمجة فى ظروف لا يقل فيها متوسط درجة الحرارة الشهرى عن ٢٥°م . وقد أوضحت الدراسات الوراثية أن القدرة على تحمل درجات الحرارة العالية - فى الكرنب الصينى - صفة مندلية بسيطة ومتنحية (Opena & Lo ١٩٧٩) . كما وجد ارتباط بين القدرة على تحمل الحرارة العالية والقابلية للتعرض للإزهار المبكر (عن Ryder ١٩٧٩) .

إن تكوين الرؤوس يبدأ بين مرحلتى نمو الورقتين الحقيقيتين الثامنة والعاشرة إذا كانت الحرارة منخفضة (أقل من ٢٥°م) ، أو إذا كانت الأصناف مقاومة للحرارة . وتتكون الرؤوس نتيجة للاستمرار فى تكوين أوراق جديدة ، ويعد احتفاظ الأوراق بنضارتها وامتلاء خلاياها بالرطوبة (leaf turgidity) شرطا أساسياً لتكوين الرؤوس . وبينما يفقد هذا الشرط فى الأصناف الحساسة للحرارة فى الحرارة العالية .. فإن الأصناف المقاومة تبقى أوراقها نضرة تحت تلك الظروف ؛ ويرجع ذلك إلى تميز تلك الأصناف بمايلى :

أ - زيادة امتصاصها للماء عند بداية تكوينها للرؤوس .

ب - زيادة سمك أوراقها .

جـ - زيادة درجة التوصيل الكهربائى لعصيرها الخلوى بالأوراق .

د - زيادة محتوى أوراقها من الكلوروفيل .

هـ نقص عدد الثغور بأوراقها .

ويبدو أن العوامل السابقة تزيد من توصيل الماء إلى الأوراق واحتفاظها به فى الحرارة العالية (Kuo وآخرون ١٩٨٨) .

٣ - مقاومة الأمراض

يعتبر العفن الطرى - الذى تسببه البكتيريا Erwinia carotovora - من أهم الأمراض التى تصيب الكرنب الصينى أثناء التخزين . تتوفر المقاومة لهذا المرض - وهى صفة سائدة (عن Ryder ١٩٦٩) - فى سلالتى الكرنب رقمى ٢٢١ (صنف Bacchu) ، و ٦٣٧ (صنف Seoul 207) (Asian Veg. Res Dev. Center ١٩٧٧) .

صليبيات ثانوية أخرى

من الصليبيات الثانوية الأخرى مايلى :

١ - الروتاباجا

يعرف الروتوباجا- أيضا - باسم اللفت السويدى ، ويسمى فى الانجليزية Rutabaga ، و Swede ، واسمه العلمى Brassica campestris var. napobrassica . ويستدل - من الاسم الإنجليزى للمحصول - على أن موطنه فى الدول الإسكندنافية ، إلا أن ذلك غير مؤكد .

إن الروتاباجا نبات متضاعف هيجنياً ، فيه ٢ن = ٣٨ كروموسوماً .

يسبب فيرس تبرقش اللفت أهم أمراض الروتاباجا ؛ حيث تؤدى الإصابة المبكرة إلى تقزم النباتات ، وعدم تكون جذور اقتصادية ، بينما تؤدى الإصابة المتأخرة إلى ضعف قدرة الجذور على التخزين . ينتقل الفيرس بعدة أنواع من المن . وقد وجد Shattuck & Stobbs (١٩٨٧) أربعة أصناف مقاومة للفيرس ؛ هى : Calder ، و Line 165 ،

و Sensation ، و Vogesa ، كما وجدا أن المقاومة بسيطة وسائدة .

٢ - الكيل

يعرف الكيل فى الإنجليزية باسم Kale ، ويسمى - علمياً - .Brassica oleracea var acephala . وجدير بالذكر أن المحصول الذى يعرف باسم الكولارد Collard يأخذ نفس الاسم العلمى . ويعتبر كلاهما من الطرز البدائية لنباتات العائلة الصليبية ، وقد زرعا منذ أكثر من ٤٠٠٠ عام . وبرغم أن موطنهما الحقيقى غير معروف على وجه الدقة .. إلا أنه يعتقد أنهما نشآ فى منطقة شرقى البحر الأبيض المتوسط أو تركيا .

وكغيره من الصليبيات .. اهتم الباحثون بمحتوى الكيل من الثيوسيانات ، ووجد -Che weya (١٩٨٨) اختلافات جوهرية بين ستة أصناف من الكيل والكولارد من حيث محتواها من تلك المركبات . كذلك وجد أن الأوراق العليا احتوت على تركيزات - من الثيوسيانات - أعلى - جوهرياً - مما احتوته الأوراق السفلى بنفس النباتات .

٣ - الكرسون المائى

يعرف الكرسون المائى فى الإنجليزية باسم Water Cress ويسمى - علمياً - Rorippa nasturtium - aquaticum . وهو يختلف عن الكرسون البنى R. microphylla (أو Brown Cress) الذى يتكاثر خضرياً ، بينما يتكاثر الكرسون المائى جنسياً بالبذرة . يعتقد أن موطن الكرسون المائى هو شمال أوروبا ، وقد زرعه الفرس والرومان .

إن الكرسون المائى نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٣٢ كروموسوماً . ويعتقد Howard (١٩٧٦) أن نشأته - ونشأة الأنواع القريبة منه - كانت على النحو التالى :

أ - تهجين .Rorippa spp (ن = ١٦ RR) مع Cardamine spp (ن = ١٦ CC) ، وحدث تضاعف للجيل الأول الهجين ؛ فنشأ من ذلك نوعان ؛ هما :

(١) الكرسون المائى R. nasturtium - aquaticum :

هذا هو النوع المزروع ، وهو متوافق ذاتياً ، وتنبت بذوره فى الظلام ، وفيه ٢ن = ٢س = ٣٢ كروموسوماً (R^1R^1) .

(٢) الكرسون البنى R. microphylla :

هذا النوع غير مزروع ، وهو متوافق ذاتياً ، وتنبت بذوره فى الضوء فقط ، وفيه ٢ن = ٤س = ٦٤ (RR CC) .

ب - تهجين الكرسون المائى مع الكرسون البنى ، ونشأ من ذلك هجين عقيم يعرف - علمياً - باسم R. x sterilis ، وفيه ٢ن = ٣س = ٤٨ كروموسوماً (R^1 RC) .

٤ - فجل الحصان

يعرف فجل الحصان - أيضاً - باسم " الفجل الحار " ، ويسمى فى الإنجليزية Horse Radish ، واسمه العلمى Armoracia rusticana ، ويعتقد أن موطنه فى جنوب شرقى آسيا .

إن فجل الحصان نبات رباعى التضاعف ، فيه ٢ن = ٤س = ٣٢ كروموسوماً . وهو لايكون بذوراً غالباً ؛ حيث تفشل الأجنة فى النمو (Smith ١٩٧٦) .

٤ - العائلة الخبازية

تضم العائلة الخبازية Malvaceae نحو ٥٠ جنساً ، و ١٠٠٠ نوع ، وتعتبر البامية أهم محاصيل الخضر التابعة لها .

البامية

تعرف البامية فى الإنجليزية بالأسماء : okra ، و gumbo ، و lady's finger ، وتعرف - علمياً - باسم Abelmoschus esculentus .

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن موطن البامية كان فى أفريقيا الاستوائية فى المنطقة التى تضم الحبشة والسودان الآن . وقد انتشرت زراعة البامية من الحبشة إلى شمالى أفريقيا ، ومنطقة شرقى البحر الأبيض المتوسط ، وشبه الجزيرة العربية ، والهند ، وقد زرعت البامية فى هذه المناطق

منذ مئات السنين ، وأدخلت إلى أوروبا في القرن الثالث عشر ، ثم إلى أمريكا حوالى منتصف القرن السابع عشر (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧) ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Boshi & Hardas (١٩٧٦) .

السيتولوجى ، والأنواع القريبة ، والهجن النوعية

تختلف نتائج الدراسات فيما يتعلق بعدد الكروموسومات التى توجد فى الباميا ؛ فقد وجد – من دراسات مختلفة – أن ن = ٣٣ كروموسوماً ، و ٣٦ كروموسوماً ، و ٥٩ – ٧٢ كروموسوماً ، و ٦٥ كروموسوماً .

ويُذكر أن البامية (A. esculentus) نبات متضاعف هجينياً amphidiploid ، يحتوى على هيئتين كروموسوميتين ، تتكون إحداهما من ٢٩ كروموسوماً (ن = ٢٩) ، مردها إلى النوع A. tuberculates ، وتأخذ الرمز (T^1) ، أما الهيئة الكروموسومية الثانية .. فتتكون من ٣٦ كروموسوما (ن = ٣٦) تأخذ الرمز (Y) . تتشابه الهيئة الكروموسومية الأخيرة – بدرجة قليلة – مع كروموسومات الهيئة الكروموسومية (M) الخاصة بالنوع A. moschatus ، وبدرجة أكبر من كروموسومات الهيئة الكروموسومية (F) الخاصة بالنوع A. ficulneus ؛ علما بأن كليهما فيه ن = ٣٦ كروموسوماً أيضاً . وبالرغم من ذلك .. فإن الأمر يتطلب مزيداً من الدراسة ؛ للتعرف على نوع آخر ، تكون فيه ن = ٣٦، وتكون هيئته الكروموسومية أكثر تشابها مع الهيئة الكروموسومية (Y) .

وبناء على ما تقدم – ونظراً لأن العدد الكروموسومى الأساسى للبامية مازال غير معروف على وجه الدقة – لذا .. يعتقد أن البامية ليست نوعاً نباتياً واحداً ، وإنما هى خليط Poly-typic Complex يتضمن كثيراً من التضاعف والتهجينات التى لاتعرف أصولها البرية بعد (Joshi وآخرون ١٩٧٤ ، Boshi & Hardas ١٩٧٦) .

هذا .. وقد أمكن التهجين بين A. tuberculatus كـأم ، و A. ficulneus كـأب . وقد ضوعفت كروموسومات الهجين الناتج ، وحدث فيه تقارن كروموسومى طبيعى ، إلا أنه كان عقيما ؛ لأنه لم يكن متوافقاً ذاتياً .

أسس التربية وطرق إجراء التلقيحات

١ - الأزهار والتلقيح

تحمل أزهار البامية فردية فى آباط الأوراق ، وتظهر - أولا بأول - من قاعدة النبات نحو قمته على الساق الرئيسية وجميع الأفرع . والزهرة خنثى ، ولها وريقات كثيرة تحت الكأس ، التى تتكون من خمس سبلات ، والتويج من خمس بتلات . والأسدية ملتحمة من خيوطها ، وتكون أنبوبة سدائية تحمل المتوك كزوائد صغيرة على امتداد طولها . ويتكون المبيض من خمس غرف أو أكثر ، يوجد بكل منها عدد كبير من البويضات . يوجد القلم داخل الأنبوبة السدائية . والميسم مقسم إلى عدة فصوص .

تتفتح أزهار البامية بعد الشروق بفترة قصيرة ، وتظل متفتحة حتى الظهيرة تقريبا . تذبل البتلات بعد الظهر ، وتسقط - عادة - فى اليوم التالى ، وتتفتح المتوك بعد تفتح الأزهار بنحو ١٥ - ٢٠ دقيقة . التلقيح الذاتى هو السائد ، ولكن النبات يعتبر خلطى التلقيح جزئياً ؛ نظراً لحدوث نسبة من التلقيح الخلطى بالحشرات تتراوح من ٤ - ١٨ ٪ . وتزور حشرة النحل أزهار البامية بحرية تامة (McGregor ١٩٧٦) .

٢ - الثمار والبذور

ثمرة البامية علبة مقسمة من الخارج ببروزات طولية إلى خمسة أقسام أو أكثر . وتوجد هذه البروزات فى المسافات - بين الحواجز - التى تفصل المساكن عن بعضها البعض . وتغطى الثمرة من الخارج بشعيرات تختلف فى خشونتها باختلاف الأصناف . ويتراوح طول الثمرة الناضجة من ١٠ - ٣٠ سم ، وتتخشب الثمرة عند النضج ، وتتفتح عند البروزات الطولية الخارجية ، وتنتثر منها البذور .

البذرة كروية صغيرة ، يبلغ قطرها نحو ٠٫٥ سم ، ولونها أخضر قاتم إلى بنى قاتم ، ويبقى الحبل السرى متصلا بها .

٣ - طريقة إجراء التلقيحات

يجرى الخصى - بعد ظهر اليوم السابق لتفتح الأزهار - بشق الأنبوبة السدائية بسن

الملقط ، ثم إزالتها – تماماً – من حول القلم والمبيض مع الاحتراس ؛ حتى لا يخدش أى منهما . تكيس الأزهار المخصية ، وتكيس معها – فى الوقت نفسه – براعم زهرية من نباتات الآباء . يجرى التلقيح فى صباح اليوم التالى ؛ بنقل حبوب اللقاح من زهرة الأب ، ووضعها على ميسم زهرة الأم ، ثم تكيس الأزهار الملقحة .

ولإجراء التلقيح .. تكيس البراعم الزهرية بعد ظهر اليوم السابق لتفتحها ، وتستخدم فرشاة من شعر الجمل – فى صباح اليوم التالى – فى نقل حبوب اللقاح من المتوك إلى الميسم فى الزهرة نفسها ، ثم يعاد تكييسها .

وراثة الصفات

١ – البادرات الألبينو :

تلك صفة متنحية ، ويتحكم فيها جين واحد ، يأخذ الرمز a (Wyatt ١٩٨٥) ، وهى صفة واضحة ، يمكن أن تستخدم فى الأغراض التدريسية .

٢ – تفصيص الأوراق :

يتحكم فى صفة الأوراق المفصصة جين واحد سائد سيادة جزئية على الأوراق غير المفصصة .

٣ – العناقيد الثمرية :

تتجمع ثمار البامية – فى السلالة السودانية " كافا " – فى إبط الورقة على شكل عنقود ، وقد وجد El - Hassan (١٩٨٣) أن هذه الصفة بسيطة وسائدة على صفة حمل الثمار مفردة فى آباط الأوراق .

٤ – لون الثمار :

يتحكم فى لون الثمار زوجان من العوامل الوراثية .

٥ – ملمس الثمار :

يتحكم فى صفة الثمار الشعراء hairy fruit جين واحد سائد سيادة جزئية على صفة

الثمار الملساء (Nath & Dutta ، ١٩٧٠) .

٦ - البذور الشعراء hirsute seed :

وجدت صفة البذور المغطاة بالشعيرات فى سلالة البامية P.I. 172677 ، وأوضح Wyatt (١٩٨٥) أن صفة وجود الشعيرات بالـ hila يتحكم فيها زوجان من الجينات ، بينما يتحكم زوجان آخران من الجينات فى وجود الشعيرات بقصرة البذرة tetsa ، كما وجد أن هذه الجينات ترتبط معاً .

٧ - الحساسية للفترة الضوئية :

أوضح Wyatt (١٩٨٥) - أيضا - أن سلالة البامية P.I. 291124 حساسة للفترة الضوئية ؛ حيث لم تزهر إلا عندما أصبح النهار قصيراً (فى منتصف أكتوبر فى شارلستون بولاية كارولينا الجنوبية بالولايات المتحدة) . وتبين من التلقيحات - التى أجريت بين هذه السلالة والصنف Clemson Spineless غير الحساس للفترة الضوئية - أن صفة الحساسية للفترة الضوئية متنحية ، ويتحكم فيها جين واحد أخذ الرمز sd .

التربية لمقاومة الأمراض

قيم McLeod وآخرون (١٩٨٣) ٢٦٠ صنفاً وسلالة من البامية للمقاومة لكل من نيماتودا تعقد الجذور ، والذبول الفيوزارى ، ووجدوا أن ٣٩ منها مقاومة للنيماتودا ، و ٩ مقاومة للذبول ، و ٣ مقاومة لكليهما .

٥ - العائلة المركبة

الشيكوريا

تنتمى الشيكوريا إلى العائلة المركبة Compositae ، وهى تعرف فى الإنجليزية باسم Chicory ، و Witloof ، وتسمى - علمياً - Cichorium intybus .

إن الشيكوريا نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ١٨ كروموسوماً . ويعتقد Smith (١٩٧٦) أن الشيكوريا الرباعية (المضاعفة) لها مستقبل فى التربية .

تهجن الشيكوريا - بسهولة تامة - مع الهندباء (C. endiva) بالرغم من انتمائهما لنوعين نباتيين مختلفين (Ryder ١٩٧٩) .

توجد أزهار الشيكوريا فى نورات عبارة عن رؤوس زهرية heads ، ولون الأزهار أزرق قرنفلى أو أبيض . يبدو القلم المحمل بالشعيرات الكثيفة كحلزون محمل بحبوب اللقاح عند خروجه من الأنبوبة المتكية القصيرة . وعندما يلامس الميسم هذه الشعيرات .. تنتقل إليه - أيضاً - حبوب اللقاح ، ولكن التلقيح الذاتى لا يحدث بسبب وجود ظاهرة عدم التوافق . ويكون التلقيح فى الشيكوريا خلطيا بواسطة الحشرات ، وأهمها النحل . تزور الحشرات أزهار النبات ؛ لامتصاص الرحيق الذى يوجد فى الغدد الرحيقية عند قاعدة أنبوبة التويج (McGregor ١٩٧٦) . الثمرة فقيرة ، يبلغ طولها نحو ملليمترين ، لونها بنى مائل إلى الأصفر ، وتحتوى على بذرة واحدة .

وكما فى النباتات الأخرى التى تنتمى للعائلة المركبة .. توجد بالشيكوريا ظاهرة عدم التوافق من الطراز الاسبوروفيتى ، غير أن بعض سلالات منها توجد متوافقة ذاتياً (Eenink ١٩٨١) . وقد أوضحت دراسات Eenink (١٩٨١ أ) أن ظاهرة عدم التوافق يتحكم فيها عامل وراثى واحد متعدد الآليلات ، وأن هذه الآليلات تتفاعل بنظام اسبوروفيتى ؛ حيث ظهرت حالات سيادة ، وسيادة مشتركة بين الآليلات المختلفة فى كل من حبوب اللقاح ، وقلم الزهرة .

تعتبر الشيكوريا مقاومة بدرجة عالية لفيرس تبرقش اللفت ، ويمكن نقل تلك الصفة إلى الهندباء التى تعد حساسة لهذا الفيرس . وقد كانت المقاومة سائدة فى الجيل الأول بينهما (Provvidenti وآخرون ١٩٧٩) .

٦ - العائلة الرجلية

الرجلة

تنتمى الرجلة إلى العائلة الرجلية Portulaceae ، وهى تعرف فى الإنجليزية باسم Pur- slane ، وتسمى - علمياً - Portulaca oleraceae ، وهى نبات ثنائى التضاعف فيه ٢ن = ٢س = ٥٤ كروموسوماً .

يعتبر النمو القائم صفة بسيطة ذات سيادة غير تامة على النمو المفترش ، بينما يعد طول الورقة وعرضها وسمكها صفات كمية . كما وجد أن غلاف البذرة الخشن صفة كمية سائدة يتحكم فيها ثلاثة أزواج من العوامل الوراثية ؛ حيث تنعزل البذور فى الجيل الثانى بنسبة ٦٣ خشنة : ١ ناعمة (El - Shehedi ١٩٥٠) .

٧ - العائلة الباذنجانية

الحلويات

تنتمى الحلويات إلى العائلة الباذنجانية Solanaceae ، وهى تعرف بين العامة بـ "الحرنكش ، أو الست المستحية " ، وتسمى فى الإنجليزية Husk Tomato ، وتسمى - علمياً - Physalis pubescens . يعتقد أن موطن المحصول فى كل من أمريكا الشمالية ، والمناطق الاستوائية من أمريكا الجنوبية .

الأزهار ناقوسية الشكل ، لايزيد طولها على سنتيمتر واحد . يتكون التويج من خمس بتلات ملتحمة ، ويكون لون حافته أبيض مائلاً إلى الأصفر ، وتظهر بقاعدته خمس بقع بنية اللون . تكون الكأس أقصر من التويج ، ولكنها تكبر مع الثمرة بعد العقد وتحيط بها ، وهى تتكون من خمس سبلات . يتكون الطلع من خمس أسدية ، ويتكون المتاع من مبيض عديد

البويضات ، مكون من كربلتين ملتحمتين نواتى حجرتين ، وقلم واحد ، وميسم واحد . التلقيح ذاتى ، أو خلطى جزئياً بالحشرات . الثمرة عنبة صغيرة كروية ، صفراء اللون ، محاطة بالكأس ، ويبلغ قطرها نحو سنتيمترين .

توجد بالحلويات ظاهرة عدم التوافق ، وهى ذات درجة توريث منخفضة ، وتتأثر - بشدة - بالظروف البيئية ، وبحالة التدهور التى تصاحب التربية الداخلية للمحصول .

هذا .. ولم تنجح محاولات تهجين النوع القريب P. ixocarpa مع أى من النوعين : P. floridiana ، أو P. peruviana (Quiros ١٩٨٤) .

٨ - العائلة الحماضية

الروبارب

ينتمى الروبارب إلى العائلة الحماضية Polygonaceae ، وهو يعرف فى الإنجليزية باسم Rhubarb ، ويسمى - علمياً - Rheum rhaponticum . ويعتقد أن موطن المحصول فى المناطق الباردة من آسيا ، وربما فى جنوبى سيبيريا .

إن الروبارب نبات رباعى التضاعف ، فيه ٢ن = ٤س = ٤٤ كروموسوماً . ويضم الجنس Rheum نحو ٥٠ نوعاً ، لا يزرع منها سوى الروبارب ، وربما تطور الروبارب عن النوع R. palmatum ، وهو نوع ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٢٢ كروموسوماً (Smith ١٩٧٦) .

تحمل أزهار الروبارب - بكثرة - على الشمراخ الزهرى ، وهى صغيرة ، لونها أبيض مائل إلى الأخضر . تتفتح المتوك ، وتنتثر حبوب اللقاح قبل استعداد ميسم الزهرة لاستقبالها ؛ أى إن الأزهار مبكرة التذكير Protandrous ، ولايمكن أن يحدث تلقيح ذاتى لكل زهرة على حدة ، إلا أنه لايوجد مايمنع حدوث تلقيح ذاتى بين أزهار النبات الواحد . والتلقيح السائد هو الخلطى .

قام Libert & Creed (١٩٨٥) بتحليل أعناق أوراق ٨٧ صنفاً من الروبارب ؛ لمعرفة

محتواها من حامضى الأوكساليك والماليك اللذين يشكلان – معاً – أكثر من ٨٠ ٪ من الأحماض العضوية الكلية بأعناق الأوراق . وقد وجد الباحثان أن الاختلافات – التى كان مردها إلى التركيب الوراثى – كانت بنسبة ٧٢ ٪ بالنسبة لحامض الأوكساليك ، و ٧٦ ٪ بالنسبة لحامض الماليك ، كما تراوح المحتوى – فى الأصناف المختلفة ، على أساس الوزن الجاف – من ٣٥ ر٣ ٪ – ٤٨ ر٩ ٪ بالنسبة للأوكسالات ، ومن ٢٠ ر١٠ ٪ – ٨١ ر٢٧ ٪ بالنسبة لحامض الماليك .

وقد تبين ، وجود ارتباط سالب (r = – ٤٤ ر٠) بين كل من محتوى الماليك ومحتوى الأوكساليك ؛ مما يعنى إمكان التربية للمحتوى المرتفع من الماليك ، والمنخفض من الأوكساليك .

وفى دراسة أخرى .. وجد Libert (١٩٨٧) أن أصناف وسلالات الروبارب اختفظت بترتيبها النسبى – فى محتوى أعناق أوراقها من حامضى الماليك والأوكساليك – فى مدى واسع من الظروف البيئية ، كما تبين أن الارتباط كان منخفضاً بين محتوى حامض الأوكساليك فى البادرات الصغيرة والنباتات الكبيرة .

٩ - العائلة الثومية

الكرات أبو شوشة والكرات المصرى

ينتمى الكرات أبو شوشة للعائلة الثومية Alliaceae ، ويعرف فى الإنجليزية باسم Leek ، ويسمى – علمياً – Allium ampeloprasum ، وكان يعرف سابقاً باسم A. porrum . أما الكرات المصرى (Egyptian Leek) .. فكان يعرف – سابقا – بالاسم العلمى A. kurrat ، ولكنه يتبع – حالياً – نفس النوع الذى يتبعه الكرات أبو شوشة .

يعتقد أن موطن الكرات أبو شوشة فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط ، وقد عرفه الإغريق والرومان ، كما كان يزرع الكرات المصرى فى عهد قدماء المصريين .

يعتبر الكرات أبو شوشة من النباتات الرباعية التضاعف ، وفيه ٢ن = ٤س = ٣٢ كروموسوماً . ولا يعرف - على وجه التحديد - إن كان تضاعفه ذاتياً أم هجينياً .

تنمو ساق النبات فى موسم النمو الثانى ؛ معطية شمراخاً زهرياً واحداً ، يصل ارتفاعه إلى ٩٠ - ١٢٠ سم أو أكثر ، وينتهى بنورة واحدة ، تكون محاطة بغلاف شفاف ، وتحتوى على بضعة آلاف من الأزهار الوردية اللون .

أما أزهار الكرات المصرى .. فتكون خضراء ، أو بنفسجية اللون . الأزهار علوية خنثى منتظمة ، والغلاف الزهرى بتلى ، يتكون من ست بتلات فى محيطين ، بكل منهما ثلاث بتلات . يتكون الطلع من ست أسدية فى محيطين ، بكل منهما ثلاث أسدية فوق بتلية .

المتاع سفلى ، ويتكون من ثلاث كرابل ملتحمة ، ويوجد قلم واحد . التلقيح خلطى بالحشرات ، ويعتبر النحل أهم الحشرات الملقحة . الثمرة علبة ، والبنور سوداء صغيرة تشبه بنور البصل ، إلا أنها أصغر حجما وأكثر تجاعيد مما فى البصل . وبنور الكرات المصرى أصغر حجماً من بنور الكرات أبو شوشة .

يتفق الباحثون على أنه نظراً لأن الكرات أبو شوشة رباعى التضاعف .. فإنه يتطلب أن يظل على درجة عالية من الخلط الوراثى Heterozygosity ؛ ليبقى نموه قوياً ؛ ولهذا السبب .. فإن تحسين المحصول بإنتاج الهجن تواجهه مشكلات كبيرة ، تتعلق بالتدهور السريع والكبير ، الذى يحدث فى قوة نمو السلالات المرباة تربية داخلية ، التى تلزم لإنتاج الهجن . ويحدث ذلك لأن المحصول يحمل كثيرا من الجينات المتنحية الضارة ، التى لا يظهر تأثيرها بسبب الحالة الرباعية للنبات ، والتى تقلل من فرصة تواجد هذه الجينات بحالة أصيلة ؛ لذا .. فإن التربية بطريقة الانتخاب الإجمالى تعد أفضل وسيلة لتحسين المحصول .

ومن أهداف التربية فى الكرات أبو شوشة مايلى :

١ - زيادة طول الساق الكاذبة ؛ علما بأن درجة توريث طول هذه الساق يتراوح من ٣٠ر - ٦٤ر ٠ .

٢ - خلو النبات من البصلة .

٣ - مقاومة الإزهار المبكر " الحنبطة " .

٤ – مقاومة الصقيع .

٥ – زيادة دكنة اللون الأخضر بالأوراق .

٦ – مقاومة الأمراض الهامة ؛ مثل صدأ الكرات الذى يسببه الفطر Puccinia porri ، وفيرس التخطيط الأصفر Yellow Stripe Virus . وبينما أصيبت جميع سلالات الكرات أبو شوشة المختبرة بهذا الفيرس .. فإن ١٠ سلالات مختبرة من الكرات المصرى كانت مقاومة ، وكانت أربع سلالات منها خالية تماماً من الفيرس (Currah ١٩٨٦) .

١٠ - العائلة القلقاسية

القلقاس

ينتمى القلقاس إلى العائلة القلقاسية Araceae ، وهو يعرف فى الإنجليزية بالأسماء : Taro ، و Dasheen ، و Eddo ، و Old Cocoyam . ويميز Purseglove (١٩٧٢) نوعاً نباتياً واحداً تتبعه جميع أصناف القلقاس ؛ هو النوع Colocasia esculenta الذى يتبعه صنفان نباتيان ؛ هما :

١ – الصنف النباتى C. esculenta var. esculenta (الذى كان يعرف سابقاً باسم C. esculenta) . وتبعا للمواصفات التى ذكرها Purseglove عن هذا الصنف النباتى .. فإن القلقاس المصرى (خلافا لما ذكر عنه فى المراجع العربية) ينتمى إلى هذا الصنف النباتى .

٢ – الصنف النباتى C. esculenta var. antiquorum (الذى كان يعرف سابقا باسم C. antiquorum) ، وينتمى إليه القلقاس الذى تنتشر زراعته فى الولايات المتحدة .

تنمو نباتات الصنف النباتى الأول (C. esculenta var. esculenta) بصورة برية فى الهند ، وجنوب شرقى آسيا ، وقد انتقل منها شرقاً حتى الصين واليابان ، وغربا حتى منطقة شرقى البحر الأبيض المتوسط التى انتشر منها إلى بقية القارة الأفريقية . وقد ذكره Pleny (٢٣ – ٧٩ سنة قبل الميلاد) فى مصر (Plucknett ١٩٧٦) . ويعتقد أن الاسم اليونانى " Colocasia " مشتق من الاسم العربى قلقاس " qolquas " .

أما الصنف النباتى الثانى (C. esculenta var. antiquorum) .. فإن أصنافه التجارية تنمو بكثرة فى الإنديز الغربية West Indies ، وقد انتقلت إليها من الصين ؛ حيث كانت نشأتها (Purseglove ١٩٧٢) .

إن القلقاس نبات ثلاثى التضاعف ، فيه ٢ن = ٣س = ٤٢ كروموسوماً (Plucknett ١٩٧٦) ، إلا أن OLonkwo (١٩٨٧) ذكر أن عدد الكروموسومات (٢ ن) اختلف من باحث لآخر (فى مناطق مختلفة) ؛ حيث كان ٢٢ ، و ٢٦ ، و ٢٨ ، و ٢٩ ، و ٣٨ ، و ٤٢ فى دراسات مختلفة .

وبرغم وجود حالات أعطى فيها القلقاس بذوراً ، وبادرات جنسية .. إلا أن تلك كانت حالات فردية ، ونادرة ، وغير منتظمة الحدوث ؛ لذا .. لم يمكن تربية القلقاس بطرق التربية التلقيدية التى تعتمد على التكاثر الجنسى .

ولا تعرف - حاليا - أية محاولات لتربية هذا المحصول ، فجميع الأصناف المعروفة من القلقاس نشأت بالانتخاب الطبيعى ، وانتخاب المزارعين من قديم الأزل ، مع اعتماد ذلك على الطفرات الطبيعية ، والبادرات الجنسية النادرة .

ويعد تجميع أصناف القلقاس المنتشرة فى مناطق زراعته - بشتى أنحاء العالم - ودراستها أفضل وسيلة لانتخاب الأصناف والطرز العالية الجودة والإنتاجية . وتعد جامعة هاواى أكبر مركز لتجميع أصناف القلقاس ودراستها وإكثارها (Cooper ١٩٧٤) .

وقد حصل OKonkwo (١٩٧٨) على طراز جديد من القلقاس ، يختلف عن طرازاى الـ eddoe (الكورمة واضحة ، وتكون أصغر من الكريمات ، أو فى نفس حجمها) ، والـ dasheen (الكورمة واضحة ، وتكون أكبر حجما من الكريمات) . ويتميز هذا الطراز الجديد بعدم وجود كورمات ، أو كريمات مميزة ، وإنما تكون مندمجة معاً . وقد كان هذا الطراز - الذى ربما نشأ كطفرة كروموسومية طبيعية - مقاوماً لمرض عفن القلقاس الذى يسببه الفطر Sclerotium rolfsii .

١١ - العائلة الزنبقية

الهليون

ينتمى الهليون إلى العائلة الزنبقية Liliaceae ، وهو يعرف فى الإنجليزية باسم Asparagus ويسمى - علمياً - Asparagus officinalis .

الموطن وتاريخ الزراعة

ينمو الهليون - برياً - فى أجزاء من الاتحاد السوفيتى ، وحوض البحر الأبيض المتوسط ، والجزر البريطانية . وقد عرف المحصول - منذ القدم - فى أوروبا وآسيا ؛ حيث زرع بهما منذ أكثر من ألفى عام ، ووجد مرسوماً على آثار قدماء المصريين . والهليون نبات ثنائى التضاعف ، فيه ٢ن = ٢س = ٢٠ كروموسوماً .

أساسيات التربية وطرق تداول المحصول لأغراض التربية

توجد من الهليون نباتات مذكرة ، وأخرى مؤنثة ؛ أى إنه نبات وحيد الجنس ثنائى المسكن . تحمل الأزهار - سواء أكانت مذكرة ، أم مؤنثة - مفردة ، أو فى مجاميع من زهرتين أو أكثر . تحتوى الزهرة المذكرة على ست أسدية كاملة ، ومبيض أثرى ، وتحتوى الزهرة المؤنثة على متاع كامل وطلع أثرى . تكون الأهار متشابهة فى بداية تكوينها ، ثم تتميز إلى مذكرة و مؤنثة حسب جنس النبات .

الثمرة عنبة صغيرة ، خضراء اللون تصبح حمراء عند النضج ، تحتوى على ثلاثة مساكن ، بكل منها بذرتان . البذور سوداء اللون ، ملساء ، مستديرة إلى مثلثة الشكل .

تجرى التلقيحات يدويا ، أو بالاستعانة بالنحل داخل صوب سلكية أو أقفاص خاصة . تستخدم الأزهار المذكرة المتفتحة مباشرة فى تلقيح الأزهار المؤنثة ، أو قد تجمع منها حبوب اللقاح ، وتخزن لحين استعمالها . ويجرى التلقيح - فى هذه الحالة - بالاستعانة بفرشاة من شعر الجمل . ويجب - فى كل الحالات - اتخاذ الاحتياطات ؛ حتى لاتصل حبوب لقاح غريبة إلى الأزهارالمذكرة المستخدمة فى التلقيح .

وعند استخدام النحل فى إجراء التلقيحات .. فإن النباتات المذكرة إما أن تزرع فى نفس المكان مع النباتات المؤنثة ، وإما أن ينقل بعضها فى أصص لتكون مع النباتات المؤنثة ، أو توضع أفرع زهرية - من النباتات المذكرة - فى وعاء به ماء مع النباتات المؤنثة ، على أن يجرى ذلك قبل تفتح أية زهرة مذكرة . ويتوقف الاختيار المناسب على برنامج التربية والتلقيحات المطلوب إجراؤها (Ellison ١٩٨٦) .

لم تتأثر حيوية حبوب لقاح الهليون عندما خزنت لمدة ٤٢٠ يوماً فى درجة حرارة - ٢٠°م ، أو ١°م ، مع رطوبة نسبية ١٥ ٪ ، أو ٤٥ ٪ . إلا أن حيوية حبوب اللقاح تدهورت - بشدة - لدى تخزينها فى حرارة ١°م ، مع رطوبة نسبية ٧٥ ٪ ، كما لم تحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لفترة طويلة فى حرارة ٢٠°م ، وكان التأثير الضار - للرطوبة النسبية العالية - على حيوية حبوب اللقاح أكثر وضوحا فى تلك الدرجة مما فى حرارة ١°م .

تستخدم مزارع الأنسجة - حاليا - على نطاق واسع فى إنتاج أصناف الهليون الهجين ؛ حيث تكثر الآباء المستخدمة فى إنتاج الهجن ، وكذلك الهجن الجنسية - الناتجة من التلقيح بينها - بطرق الإكثار الدقيق .

وراثة الجنس وتربية أصناف مذكرة

إن الهليون نبات وحيد الجنس ثنائى المسكن كما أسلفنا . ويعتقد البعض أنه يتحكم فى الجنس نظام كروموسومى الجنس X ، و Y ؛ حيث يكون الجنس كمايلى :

YY : مذكر .

XY : مذكر ، ويحمل - أحيانا - أزهاراً مذكرة وأزهاراً خنثى ؛ أى يكون andromonoecious .

XX : مؤنث (Lazarte & Garrison ١٩٨٠) .

إلا أن بعض الباحثين يتفقون على أن الذكورة فى الهليون تورث كصفة مندلية بسيطة يتحكم فيها جين سائد يأخذ الرمز M ؛ حيث تكون النباتات المذكرة Mm، و MM ، بينما تكون النباتات المؤنثة mm .

تتميز نباتات الهليون المذكرة بأنها أعلى محصولاً ، وأطول عمراً من النباتات المؤنثة

وأكثر فى إنتاج محصولها من المهاميز فى الربيع . كما أنها لا تنتج بذورا يمكن أن تسقط على الأرض - وتنبت كحشيشة فى الحقول التجارية - كما فى النباتات المؤنثة ؛ لذا .. يفضلها المزارعون ؛ الأمر الذى دعا مربى الهليون إلى إنتاج أصناف مذكرة فقط ؛ مثل الهجن Jersey Giant (Ellison & Kinelski ١٩٨٥) .

وتنتج هجن الهليون المذكرة بإنتاج سلالات مرباة داخليا حتى الجيل السادس . تبدأ التربية الداخلية - وتستمر - على نباتات andromonoecious (تحمل أزهاراً مذكرة وأزهارا خنثى) ، مع انتخاب النباتات الخليطة Mm ، أو النباتات الأصيلة MM (فى برامج تربية داخلية مستقلة) حتى الجيل السادس . وبالتلقيح بينهما .. نحصل على الهجن المذكرة الخليطة Mm ؛ علما بأن النباتات المذكرة الفائقة (MM) تميز عن النباتات المذكرة (Mm) باختبار النسل ؛ حيث تنعزل الأخيرة - عند تلقيحها مع النباتات المؤنثة (mm)- إلى مذكرة ومؤنثة بنسبة ١ : ١ ، بينما لا تنتج من التلقيحات مع الأولى سوى نباتات مذكرة فقط . ومن الطبيعى أن برنامج التربية يعتمد على وجود نباتات andromonoecious فى العشيرة (عن Ellison ١٩٨٦) .

وراثة الصفات

درست وراثة عدد قليل من صفات الهليون ، وهى كمايلى (عن Ellison ١٩٨٦) :

١ - اللون الأخضر الدائم Persistent Green :

يكون لون النمو الخضرى أخضر قاتماً ، ويبقى كذلك دون أن يتحول إلى اللون الأصفر فى الخريف ، ولكن النمو الخضرى يتحول إلى اللون البنى مباشرة قبل موته فى نهاية فصل الخريف . يتحكم فى هذه الصفة جين واحد متنح ، يأخذ الرمز g ، ويمكن اعتباره من الجينات المعلمة .

٢ - تلون السيقان باللون الأحمر :

تتكون صبغة الأنثوسيانين الحمراء فى سيقان النباتات ، وهى صفة بسيطة ، يتحكم فيها جين متنح ، يأخذ الرمز p .

٣ – وراثة الجنس :

وهى – كما أسلفنا – يتحكم فيها جين واحد سائد للذكورة ، يأخذ الرمز M .

أهداف التربية

إن من أهم أهداف التربية فى الهليون مايلى :

١ – تحسين المحصول :

لقد وجد ارتباط بين صفة التبكير فى إنتاج المهاميز ، وبين عدد المهاميز والمحصول الكلى للنبات خلال موسم الحصاد ؛ وبذا .. يمكن انتخاب النباتات العالية المحصول بانتخاب النباتات المبكرة فى الإنتاج .

٢ – تحسين صفات الجودة :

تعتبر نسبة الألياف المنخفضة من أهم صفات الجودة فى الهليون . وقد وجدت اختلافات بين تسعة أصناف من الهليون فى هذا الشأن ؛ حيث كانت أقل نسبة للألياف فى الأصناف : MSU - 1 ، و Mary Washington ، و U. C. 72 ، وأعلى نسبة فى الصنفين : N. J. Improved ، و U. C. 711 (Sosa - Coronel وآخرون ١٩٧٦) .

ويعتبر حجم المهاميز الكبير من صفات الجودة التى يهتم بها المربى . وقد لوحظ أن حجم المهماز يقل – تدريجيا – كلما تقدمت المزرعة فى العمر ، إلا أن بعض النباتات تستمر فى إنتاج مهاميز كبيرة الحجم فى أعمارها المتقدمة ، ويمكن الاستفادة منها فى برامج التربية لهذا الغرض .

٣ – مقاومة الأمراض :

يصاب الهليون بمرض التدهور decline ، الذى يسببه الفطران Fusarium oxysporum f. asparagi، و F. moniliforme . وقد اختبر Stephens وآخرون (١٩٨٩) ٩٥ صنفا وسلالة من أربعة أنواع من الجنس Asparagus – منها ٩٠ صنفاً وسلالة من الهليون – ووجدوا أن أقل إصابة بالفطرين كانت فى الصنفين المذكرين Lucullus 234 ، و Lucullus 328 .

وقد حظيت التربية لمقاومة الصدأ باهتمام كبير من مربى الهليون ، ويرجع إلى J. B. Norton - عام ١٩١٣ - فضل بدء التربية فى هذا المجال ، الذى تبعه فيه كثيرون ، وانتهت بإنتاج عديد من الأصناف المقاومة .

ولمزيد من التفاصيل عن تربية وتحسين الهليون .. يراجع Ellison (١٩٨٦) .

١٢ - العائلة النجيلية

الذرة السكرية

تنتمى الذرة السكرية للعائلة النجيلية Graminae ، وهى تعرف فى الإنجليزية باسم Sweet Corn ، وتسمى - علمياً - Zea mays var. saccharata ، وهى تشترك مع الذرة الشامية فى نفس النوع النباتى (Z. mays) .

تختلف الذرة السكرية عن الذرة الشامية فى احتواء حبوبها على نسبة مرتفعة من السكر فى كل من الطور اللبنى milk stage ، والطور العجينى المبكر early dough stage ، وفى أن حبوبها الجافة تكون مجعدة وتصف شفافة translucent .

الموطن وتاريخ الزراعة

لايعرف موطن الذرة الشامية على وجه التحديد ، إلا أنه يوجد شبه اتفاق بين المؤرخين على أن زراعتها بدأت فى أمريكا الوسطى ، أو أمريكا الجنوبية . كما يعتقد أن الذرة لم تنشأ من نبات آخر برى (Purseglove ١٩٧٢) .

أما الذرة السكرية .. فقد نشأت كطفرة من الذرة الشامية ، ولم تعرف فى الزراعة إلا فى أوائل القرن التاسع عشر . وهو نبات ثنائى التضاعف فيه ٢ن = ٢س = ٢٠ كروموسوماً .

١ - النورات والأزهار

يعتبر نبات الذرة وحيد الجنس وحيد المسكن monoecious ؛ نظراً لأن النبات الواحد يحمل أزهاراً مذكرة وأخرى مؤنثة ، وتحمل الأزهار المذكرة فى نورة طرفية ، بينما تحمل الأزهار المؤنثة فى نورات إبطية .

تعرف النورة المذكرة باسم الشرابة tassel ، وهى تحتوى على عدد كبير من الأزهار ، يتكون كل منها من غلاف زهرى مختزل ، وثلاث أسدية ، ومتاع أثرى . وتعتبر النورة المذكرة نورة دالية Panicle تحمل فى نهاية الساق ، وتتكون من سنبلة وسطية ، وعديد من الفروع الجانبية فى ترتيب حلزونى .

وتعد السنبلة الوسطية امتداداً للساق الرئيسية للنبات ، وهى تحمل أربعة صفوف أو أكثر من السينبلات المزدوجة ، بينما تحمل الفروع الجانبية صفين - فقط - من السينبلات المزدوجة تكون إحداهما معنقة والأخرى جالسة . وتحمل كل سنيبلة مذكرة زهرتين : تكون إحداهما أثرية ، وتحاط زهرتا كل سنيبلة بقنابتين ، يطلق عليهما اسم قنبعتين glumes .

تحمل النورة المؤنثة فى نهاية فرع جانبى قصير ذى سلاميات قصيرة جداً ، وتخرج منها أوراق - عند العقد - تغلف النورة المؤنثة جيداً ، وتعرف هذه الأوراق باسم الـ husk ، وتعطى النورة عند نضجها كوز الذرة .

تعتبر النورة المؤنثة سنبلة متضخمة ، تحمل عدداً زوجياً من صفوف السنيبلات ، ويوجد بكل منها زوج من الأزهار . ويتوقف نمو الزهرة السفلى منها مبكراً عادة ؛ وبذا تتكون حبة واحدة بكل سنيبلة ؛ ومن ثم تظهر الحبوب على الكوز فى عدد زوجى من الصفوف .

ويحدث فى بعض الأصناف أن تكون زهرتا السنيبلة خصبتين ، وأن تعطى كل منهما حبة ، ويؤدى ذلك إلى أن تصبح الحبوب شديدة التزاحم ، ولا تنتظم فى صفوف ، وتوجد هذه الحالة فى الصنف كنترى جنتلمان Country Gentleman . وتغلف زهرتا كل سنيبلة بقنيبعتين كما فى النورة المذكرة ، والزهرة المؤنثة سفلية وحيدة التناظر . تغلف كل زهرة - فى السنيبلة - بقنابتين ، تكون السفلى منهما خارجية ، وتعرف بالعصيفة السفلى lemma ،

بينما تعرف العليا بالعصيفة العليا palea . يكون الغلاف الزهرى مختزلاً ، ويمَثّل – عادة – بحرشفتين صغيرتين ، تعرفان باسم فليستين Lodicules . تتكون الزهرة من متاع علوى، وطلع أثرى . ويتكون المتاع من كربلة واحدة ، يحتوى مبيضها على بويضة واحدة ، وقلم قصير ، ينتهى بميسم طويل متفرع بالقرب من قمته . تشكل المياسم – معاً – ما يعرف باسم الحريرة Silk ، التى تبرز من قمة الكوز ؛ لتتلقى حبوب اللقاح التى تسقط عليها بفعل الجاذبية الأرضية أو محمولة على الهواء . ويستقبل الميسم حبوب اللقاح بامتداد طوله.

وقد تظهر – أحياناً – نباتات تحمل أزهاراً مؤنثة فى السنيبلات الوسطية بالنورة المذكرة ، أو نباتات تحمل أزهاراً مذكرة بالقرب من قمة النورة المؤنثة . وتنتج الخلفات نورات مذكرة فقط – عادة – إلا أنها قد تنتج نورات مؤنثة أيضاً فى أحيان قليلة (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤) .

٢ – التلقيح

التلقيح فى الذرة خلطى بالهواء ، ويعتبر النبات مبكر الذكورة protandrous ؛ نظراً لأن حبوب اللقاح تنضج وتنتثر قبل استعداد المياسم لاستقبالها ، ولكن يحدث نحو ٥ ٪ من التلقيح الذاتى ؛ بسبب وجود بعض التداخل بين موعدى نضج النورتين المذكرة والمؤنثة .

تظهر النورة المذكرة كاملة قبل أن تتفتح أية زهرة منها ، وتكون أولى الأزهار نضجاً هى تلك التى توجد فى منتصف السنبلة الرئيسية ، ثم تتبعها الأزهار التى توجد –أعلى وأسفل منها – على نفس المحور . ويبدأ – بعد فترة وجيزة – تفتح الأزهار التى توجد على السنابل الفرعية للنورة بنفس النظام السابق . وتكون آخر الأزهار تفتحاً .. هى تلك الأزهار التى توجد فى قمم وقواعد السنابل الفرعية .

يبدأ انتثار المتوك من حبوب اللقاح – عادة – عند شروق الشمس ، ويستمر لساعات قليلة . وتكون أولى الأزهار – فى نثر حبوب اللقاح – بكل زوج من السنيبلات هى الأزهار العلوية منها . تحتفظ حبوب اللقاح بحيويتها لمدة ٢٤ ساعة فى الجو العادى ، ولفترة أقل فى الجو الجاف . يستمر انتثار حبوب اللقاح من النورة الواحدة لمدة (٢ – ١٤ يوماً) ؛

بمتوسط قدره نحو سبعة أيام ، ويكون أقصى معدل لانتثار حبوب اللقاح فى اليوم الثالث من تفتح النورة .

ينتج كل متك نحو ٢٥٠٠ حبة لقاح ، وتنتج السنيبلة الواحدة نحو ١٥٠٠٠ حبة لقاح ، ويكون إنتاج النورة كلها من ٢ – ٥ ملايين حبة لقاح ؛ ويعنى ذلك أنه يتم إنتاج نحو ٢٠ – ٣٠ ألف حبة لقاح لكل حريرة من الميسم ؛ ولذا .. فإن إنتاج اللقاح يكون – دائماً – كافياً لإخصاب جميع البويضات فى النورة المؤنثة . وتنتثر حبوب اللقاح بالهواء ، كما تسقط بالجاذبية الأرضية من النورة المذكرة على حريرة النورة المؤنثة .

أما فى النورة المؤنثة .. فإن أولى السنيبلات تكوناً هى تلك التى توجد فى قاعدة النورة ، وهى التى تظهر مياسمها أولاً ، ويكون ذلك بعد نحو ٢ – ٣ أيام من بدء انتثار حبوب اللقاح من النورة المذكرة فى النبات نفسه . وتظهر جميع المياسم من الأوراق المغلفة للنورة المؤنثة – فى غضون ٣ إلى ٥ أيام – فى الظروف البيئية المناسبة ، ويمكن للمياسم أن تتلقى حبوب اللقاح لمدة ١٤ يوماً ابتداء من وقت ظهورها .

وعندما تسقط حبوب اللقاح على المياسم (الحريرة) .. فإنها تحتجز بين شعيراتها اللزجة ، وتنبت فى الحال ، ويحدث الإخصاب بعد حوالى ١٢ – ٢٨ ساعة من التلقيح . ويتطلب ذلك نمو أنبوبة اللقاح لمسافة ٢٥ سم فى أطول المياسم ؛ وهو ما يعنى أن سرعة النمو تكون عالية للغاية . تجف المياسم بعد الإخصاب ، أما إذا لم يحدث التلقيح .. فإنها – أى المياسم – تستطيل بشكل غير عادى ، وتصبح قابلة للتقصف .

تحدث معظم عمليات التلقيح فى الهواء الساكن بواسطة حبوب لقاح النباتات المجاورة . أما عند اشتداد الرياح .. فإن حبوب اللقاح يمكن أن تحمل لمسافة ٥٠٠ متر (Purseglove ١٩٧٢) .

٣ – الثمار والبذور

إن ثمرة الذرة برة ، وهى الحبة ، أو ما يعرف – مجازاً – باسم " البذرة " ، وهى مبططة من الجانبين ؛ بسبب الضغط الذى يقع عليها أثناء تكوينها من الحبوب الأخرى التى تقع على جانبيها . وتبدو الحبة مقعرة من أحد جانبيها ، وهى مثلثة الشكل تقريباً ؛ حيث تكون

عند قمتها أعرض منها عند قاعدتها . تتكون الحبة – أساساً – من الأندوسبرم الذى يحيط بالجنين ، كما يحاط الإندوسبرم – – بدوره – بالغلاف الثمرى الخارجى pericarp ، والقصرة ، وهما يشكلان – معاً – قشرة الثمرة hull . يظل الإندوسبرم – فى الذرة السكرية – سكرياً حتى النضج . أما فى الذرة الشامية .. فإن السكر يتحول إلى نشا عند النضج ، ويكون جنين البذرة على أحد جانبى الحبة بالقرب من قاعدتها .

٤ – التلقيح الذاتى

لإجراء التلقيح الذاتى .. تغطى النورة الأنثوية بكيس ورقى قبل ظهور الحريرة من قمة الكوز بيوم أو يومين ، وتغطى النورة الذكرية بكيس آخر فى نفس اليوم . وعند ظهور الحريرة .. تقطع قمة الغلاف المغلف للنورة الأنثوية بمقص حاد ، ثم تعاد تغطيتها . تظهر خيوط الحريرة فى اليوم التالى ، وحينئذ تجمع حبوب اللقاح فى نفس الكيس المغلف للنورة المذكرة ، ثم تقطع قمة الكيس الورقى المغلف للنورة المؤنثة ، وتسكب عليها حبوب اللقاح ، ثم تغطى بنفس الكيس الذى توجد به حبوب اللقاح .

٥ – التلقيحات الخلطية

لا يختلف التهجين عن التلقيح الذاتى سوى فى نقل حبوب اللقاح من صنف إلى آخر . ويفضل قرط من ١ – ٢ سم من أغلفة النورة المؤنثة عند ظهور الحريرة ، وإعادة تغطيتها ، ثم إجراء التلقيح فى اليوم التالى ؛ حيث تكون جميع المياسم حديثة ومتماثلة فى الطول .

يفضل إجراء عملية التلقيح بعد الظهر ؛ لأن انتشار حبوب اللقاح يستمر حتى الساعة الواحدة بعد الظهر . تجمع حبوب اللقاح بثنى النورة المذكرة المكيسة ، ثم الطرق عليها وعلى الكيس باليد عدة طرقات ، ثم تنقل حبوب اللقاح بالكيس ، وتسكب على النورة المؤنثة ، وتغطى بنفس الكيس الذى جمعت فيه حبوب اللقاح .

٦ – ظاهرة الزينيا

تحدث ظاهرة الزينيا Xenia نتيجة لتأثير حبوب اللقاح الغريبة على الإندوسبرم الثلاثى. ومن أبرز الصفات التى تتأثر بتلك الخاصية لون الإندوسبرم ومحتواه من السكر .

أ – لون الإندوسبرم :

يتحكم جين واحد سائد (يأخذ الرمز Y) فى لون الإندوسبرم الأصفر ، بينما يتحكم الآليل المتنحى لهذا الجين (y) فى الإندوسبرم الأبيض . ويتوقف لون الإندوسبرم على تركيبه الوراثى كمايلى :

التركيب الوراثى للإندوسبرم	اللون
YYY	أصفر قاتم
YYy	أصفر
Yyy	أصفر فاتح
yyy	أبيض

فإذا كان التركيب الوراثى للنبات هو yy ، وتلقى حبة لقاح ذات تركيب وراثى Y .. فإن الإندوسبرم يصبح Yyy ، ويتغير لونه من الأبيض إلى الأصفر الفاتح . أما إذا كان التركيب الوراثى للنبات هو YY ، وتلقى حبة لقاح ذات تركيب وراثى y .. فإن الإندوسبرم يصبح YYy ، ويتغير لونه من الأصفر القاتم إلى الأصفر .

ب – نسبة السكر بالإندوسبرم :

تختلف الذرة الشامية عن الذرة السكرية فى احتوائها على جين واحد سائد ، يأخذ الرمز Su ، يسمح بتحول كل السكر أو معظمه إلى نشا ؛ وبذلك يصبح الأندوسبرم نشويا ، بينما تحتوى الذرة السكرية على الآليل المتنحى بحالة أصيلة (su su) ؛ فلا يتحول السكر إلى نشا ، ويبقى الإندوسبرم سكريا . ويؤدى تلقيح الذرة السكرية بحبوب لقاح من الذرة الشامية إلى أن يصبح التركيب الوراثى للإندوسبرم هو Su su su ؛ فيتحول بذلك إلى الحالة النشوية ، ويفقد النبات قيمته الاقتصادية كذرة سكرية .

٧ – إنتاج الهجن التجارية

ينتج الجزء الأكبر من بذور الهجن التجارية بالاعتماد على التخلص من النورات المذكرة يدوياً ، أو باستخدام الوسائل الآلية ، بالرغم من توفر كل من ظاهرتى العقم الذكرى الوراثى ، والعقم الذكرى السيتوبلازمى فى الذرة السكرية .

ويعتمد العقم الذكرى الوراثى السيتوبلازمى على عامل العقم المتحصل عليه من سيتوبلازم سلالة تكساس العقيمة الذكر ، والذى يأخذ الرمز cms - T ، بينما تسترد الخصوبة restoration of fertility بعاملين سائدين نوويين (يوجدان فى النواة) ؛ هما : Rf ، و Rf2 (Kaukis & Davis ١٩٨٦) .

أهداف التربية

توجد مواصفات عامة يجب أن تتوافر فى جميع الأصناف أيا كان الغرض من زراعتها ؛ وهى المحصول المرتفع ، والكيزان الكبيرة ، ومقاومة الأمراض والحشرات الهامة ، والتأقلم على الظروف البيئية السائدة . وإلى جانب ذلك .. فإن هناك مواصفات أخرى يجب أن تتوفر فى الأصناف - حسب الغرض من زراعتها - كمايلى :

١ - أصناف التصنيع .. من صفاتها المهمة مايلى :

(أ) أن تكون متجانسة فى موعد النضج .

(ب) ألا تنتج خلفات .

(جـ) ألا توجد أوراق كثيرة بالكوز .

(د) أن تكون الحبوب صفراء اللون ، وذات نوعية جيدة .

(هـ) أن تكون الحريرة بيضاء اللون .

(و) أن تعطى نسبة مرتفعة من المحصول المصنَّع لكل طن من المحصول الطازج .

(ز) أن تحتفظ الحبوب بجودتها لفترة طويلة أثناء التعليب .

٢ - أصناف الاستهلاك الطازج .. من صفاتها المهمة مايلى :

(أ) أن تحتوى على عدد كبير من الأوراق بالكوز .

(ب) أن تكون أغلفة الكوز ذات لون أخضر قاتم .

(جـ) أن تكون الحبوب باللون المرغوب للمستهلك ، ومرتفعة فى محتواها من السكر .

(د) ألا تتدهور نوعية البذور - بسرعة - أثناء التخزين .

وبرغم وجود عدد كبير من أصناف الذرة السكرية القديمة المفتوحة التلقيح .. إلا أن الجزء الأكبر من مساحات الذرة السكرية المزروعة - حاليا - فى مناطق إنتاجه الرئيسية هى من الأصناف الهجين .

١ - نسبة السكر فى الحبوب

يوجد - بالإضافة إلى الجين su الذى سبقت الإشارة إليه - سبعة جينات أخرى ، تؤثر جميعها فى خصائص الإندوسبرم ، وتركيز السكر فى الذرة السكرية . وقد استخدمت هذه الجينات فى إنتاج أصناف يرتفع - كثيراً - محتواها من السكر (عن Baker ١٩٧٥) . ومن أعهم هذه الجينات : shrunken -2 (sh2) ، و amylose extender (ae) ، و dull (du) ، و waxy (wx) ، و brittle-2 (bt 2) . وللتفاصيل الخاصة بتأثير كل منها .. يراجع Kaukis & Davis (١٩٨٦) .

وجدير بالذكر أنه لاتوجد أية علاقة بين نسبة السكر فى الحبوب عند النضج ، ونسبتها فى مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك ، التى تكون بعد نحو ٢٠ يوما من الإزهار ؛ لذا .. تحصد الكيزان فى الوقت المناسب للاستهلاك ، وتجرى التحاليل الكيميائية لصفات الجودة المرغوبة - مثل نسبة السكر - على جزء من كل منها ، ثم تجفف بقية الحبوب لاستخدامها فى برنامج التربية ؛ علما بأن هذا الإجراء لا يؤثر فى إنبات البذور (عن Crocker & Barton ١٩٥٣) .

٢ - طراوة الحبوب

توجد علاقة عكسية بين طراوة الحبوب (tenderness) ، وبين سمك طبقة البيريكارب Pericarp (النسيج المغلف للحبة) ، وهى صفة كمية . ويعتبر البيريكارب نسيجاً أمياً ، ويعد عائقاً أمام إصابة الحبوب بمسببات الأمراض ، ويقلل من سرعة جفاف الحبوب وفقدها للرطوبة . وقد قام Tracy & Galinat (١٩٧٨) بدراسة سمك طبقة البيريكارب ، وعدد طبقات خلاياه فى ٣٦ صنفاً من الذرة السكرية ، ووجدا تبايناً كبيراً بين الأصناف فى الصفتين ؛ حيث تراوح السمك من ٥٠ - ١٨٥ ملليمكروناً ، وتراوح عدد طبقات الخلايا من ٥ - ٢٢ طبقة ، وكان الارتباط بين الصنفين عالياً ومعنوياً (r = ٩٣ ر ٠).

٣ – انتظام الحبوب فى صفوف

توجد صفوف حبوب الذرة السكرية – دائما – فى أزواج ؛ ويرجع ذلك إلى أن الأزهار المؤنثة تترتب – فى النورة المؤنثة – فى أزواج ، مع احتواء كل زهرة منها على بويضتين ، تستمر واحدة منهما فقط فى النمو لإنتاج الحبة . ويترتب على ذلك أن تكون صفوف الحبوب مستقيمة وفى أزواج . وفى بعض الأصناف – مثل الصنف Country Gentlelman – تنمو البويضة الثانية أيضاً بكل زهرة ؛ الأمر الذى يؤدى إلى ظهور الحبوب مزدحمة على شكل " زج زاج zig - zag " .

ويبدو أن هذه الصفة يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية (عن Nitsch ١٩٦١) .

٤ – العلاقة بين صفات الجودة وإنبات الحبوب

إن قبول هجن الذرة السكرية ذات الإندوسبرم المنكمش Shrunken -2 (sh 2) ، أو الشمعى (wx) يعد محدوداً لدى المزارعين ؛ بسبب ضعف إنبات هذه البذور ، وضعف قوة نمو البادرات الناتجة منها ؛ فمثلا .. وجد Styer وآخرون (١٩٨٠) أن نسبة وقوة الإنبات – معبراً عنها بطول الجذير ، والوزنين الطازج والجاف للبادرات – كانتا أقل فى السلالة المحتوية على الجين sh 2 مقارنة بالسلالة العادية . ويعد قياس درجة التوصيل الكهربائى لمنقوع البذور وسيلة فعالة لقياس مدى قدرة البذور على الإنبات ؛ حيث توجد علاقة عكسية بينهما (Schmidt & Tracy ١٩٨٨) .

التربية لمقاومة الآفات

١ – المقاومة للصدأ :

يسبب الفطر <u>Puccinia</u> <u>sorghi</u> مرض الصدأ فى الذرة السكرية وقد وجدت مستويات مرتفعة من مقاومة الفطر يتحكم فيها جينات متنحية ، أعطيت الرموز rPa، و rPb ، و rPc . كما وجد Kim & Brewbaker (١٩٨٧) درجة عالية من المقاومة للفطر فى السلالة المرباة داخلياً IL 677a ، وكانت كذلك صفة متنحية ، يتحكم فيها جين واحد ، أعطى الرمز rP - 667a .

٢ – مقاومة التفحم :

يسبب الفطر Sphacelotheca reiliana مرض التضخم فى الذرة السكرية . وقد وجـ اختلافات كبيرة بين الأصناف فى مقاومتها ومدى إصابتها بالمرض . وقد أوضـ الدراسات الوراثية أن المقاومة للمرض كمية ، ولكن تأثير جينات المقاومة (بالإضـ أو السيادة ، أو التفوق) يتوقف على مصدر المقاومة ، وطريقة التقييم (Baggett & ١٩٩٠) .

٣ – المقاومة لدودة الكيزان Earworm :

تتميز السلالات المقاومة لدودة كيزان الذرة (Heliothis zea) بأنها تعمل على ز معدلات موت اليرقات التى تتغذى عليها ، وتثبط نموها ، وتقلل العمق الذى تصل إليه تـ الحشرة فى الكوز ، وتؤخر تكوين العذارى (Chambliss & Wann ١٩٧١) .

٤ – المقاومة للطيور :

تبدأ الأضرار التى تحدثها الطيور بالكيزان بعد نحو ١٤ يوما من ظهور الحرير ويستمر الضرر لمدة تتراوح من يومين إلى ستة أيام فى الذرة السكرية ؛ حيث تحـ الكيزان بعد ١٦ – ٢٠ يوما من ظهور الحريرة ، بينما تستمر أضرار الطيور لمدة ٥٠ يو أو أكثر فى الذرة الشامية .

وقد قام Dolber وآخرون (١٩٨٦) بتقييم ٢٥ صنفاً من الذرة السكرية لمقاومة الأضر التى يحدثها طائرا الشحرور Blackbird ، والزرزور Starling ، ووجدا ارتباطا سالبا مدى الضرر الذى أحدثته الطيور وكل من الصفات التالية : وزن أغلفة الكوز ، ومـ امتدادها من الكوز ، ووزن الجزء الممتد منها .

وفى دراسة أخرى (Dolber وآخرون ١٩٨٨) .. وجد أن ٦٨ ٪ ، و ٦٩ ٪ من الاختلا بين ١١ صنفا من الذرة السكرية – فى مقاومتها لطائر الشحرور – كان مردها إلى الـ الكلى لأغلفة الكوز ، ووزن الجزء الممتد منها خارج الكوز على التوالى . وقد كانت نسـ الكيزان المصابة بأضرار الطيور ١٦ ٪ ، و ٧٦ ٪ فى أكثر الأصناف وأقلها مقاومة ـ التوالى .

ولمزيد من التفاصيل عن وراثة الذرة السكرية وتربيتها وتحسينها .. يراجع Kaukis & Davis (١٩٨٦) .

الذرة الفيشار

تعرف الذرة الفيشار فى الإنجليزية باسم Pop Corn ، وتسمى - علمياً - Zea mays var. everta . لا تختلف الذرة الفيشار عن الذرة السكرية (أو الذرة الشامية) سوى فى خاصية التفتق بقوة Popping ، التى تحدث للحبوب لدى تعريضها لحرارة عالية ، وهى صفة وراثية معقدة .

تتكون حبة الذرة الفيشار من جزء داخلى صغير رطب ، وجزء خارجى صلب للغاية ، ويحدث التفتق القوى تحت ضغط بخار الماء ، الذى يتولد داخل الحبة عند تسخينها ؛ نتيجة لتبخر بخار الماء الموجود بجزئها الداخلى ؛ حيث ينهار فيها الغلاف الخارجى تحت ضغط بخار الماء المتزايد ، ويتمدد الإندوسبرم الداخلى على صورة هشة بيضاء اللون .

وتقدر قدرة التركيب الوراثى على التفتق بإحدى طريقتين :

١ - قياس مقدار الزيادة فى حجم عينة من الحبوب بعد التفتق مقارنة بحجمها قبل التفتق ، مع مراعاة أن تكون نسبة الرطوبة فى الحبوب - عند إجراء الاختبار - هى ٥ ر١٣ ٪ . تختلف الأصناف كثيراً فى مدى زيادتها فى الحجم بعد التفتق ؛ حيث تراوحت فى إحدى الدراسات من ١٦ - ٣٣ ضعفاً .

٢ - الاستفادة من الارتباط السلبى القوى (r = ٥٩ ر٠) ، الذى يوجد بين كمية النشا (الجزء الأبيض الطرى) الذى يوجد فى وسط الحبة ، وبين القدرة على التفتق . وجرى . ويجرى الاختبار بفحص ٣ - ٤ بذور من كل كوز بشقها بسكين حادة (Brunson ١٩٣٧) .

١٣ - العائلة السوسبية

الكاسافا

ينتمى الكاسافا إلى العائلة السوسبية Euphorbiaceae ، وهو يعرف فى الإنجليزية باسم Cassava ، ويسمى - علمياً - Manihot esculenta . ويعتقد أن موطن المحصول فى المنطقة الاستوائية من أمريكا الجنوبية ، ومنها انتقل إلى المناطق الاستوائية بكل من قارتى آسيا وأفريقيا .

يحتوى نبات الكاسافا على ٣٦ كروموسوماً (٢ن = ٣٦) ، ويمكن اعتباره متضاعفاً ، بالرغم من أن الكروموسومات تتقارن - أثناء الانقسام الاختزالى - بصورة طبيعية كالنباتات الثنائية .

يحمل نبات الكاسافا نورات راسيمية فى أطراف الفروع ، يتراوح طولها من ٣-١٠سم ، ويعد النبات وحيد الجنس وحيد المسكن ؛ حيث توجد الأزهار المذكرة والأزهار المؤنثة فى نفس النورة ، وتكون الأزهار المؤنثة أكبر حجما . يتكون الكأس من خمس سبلات ، ولايوجد تويج . تحتوى الأزهار المذكرة على عشر أسدية فى محيطين ، ويتكون مبيض الزهرة المؤنثة من ثلاث كرابل . النبات مبكر الأنوثة Protogynous ؛ حيث تتفتح الأزهار المؤنثة - فى النورة الواحدة - قبل تفتح الأزهار المذكرة بفترة تتراوح من سبعة أيام إلى ثمانية أيام ، والتلقيح السائد هو التلقيح الخلطى بالحشرات .

ثمرة الكاسافا علبة ، توجد بها ست زوائد تشبه الأجنحة ، يبلغ طول كل منها ٥ ر١ سم ، وتوجد بها ثلاث بذور ، تنتثر عند تفتح الثمار ، وهى رمادية اللون مبرقشة بالأسود ، ويبلغ طولها ٢ ر١ سم (Kay ١٩٧٣ ، و Rogers ١٩٧٤) .

ويذكر Jennigs (١٩٧٦) أن استمرار إكثار الكاسافا خضرياً أدى إلى إضعاف خصوبة النبات ، وأن استمرار انتخاب المزارعين للطرز ذات السيقان القائمة القليلة التفريع أدى إلى قلة إنتاج النورات الزهرية والأزهار .

إجراء التلقيحات اليدوية .. يلزم تغطية الأزهار بأكياس موسيلين صباح يوم تفتحها ، ..اء التلقيحات بعد ظهر نفس اليوم . وبعد أيام قليلة من التلقيح .. تستبدل أكياس ..لين بأكياس شبكية ؛ للسماح بدخول الضوء والهواء ، وتجمع البذور عند تفتح الثمار . الكيس الشبكى فى منع فقد البذور التى تنطلق من الثمار بقوة لدى انشقاقها . ويكون الثمار بعد ٣ - ٥ شهور من التلقيح . وتبلغ نسبة نجاح التلقيحات اليدوية نحو ١٤ ٪ ؛ ، يتراوح من صفر - ٥٦ ٪ .

..زراعة البذور .. يلزم ثقب الطرف النقيرى للبذرة بمبرد حتى يظهر الجنين الأبيض ، وهو إجراء يساعد على سرعة الإنبات وتجانسه . تستنبت البذور - أولا - فى رمل بالماء فى أطباق بترى على حرارة ٣٠°م ، ثم تزرع البذور فى أصص بمجرد ظهور ..ر ، على أن تشتل البادرات فى التربة عندما يبلغ طولها نحو ١٥ سم . ويمكن (بعد ٥ - ٦ شهور) أخذ ست عقل من كل نبات وإكثاره خضريا .

ا .. ويحظى الكاسافا باهتمام المؤسسات الدولية التى تقوم بجمع جيرمبلازم ..ول والمحافظة عليه ؛ فيحتفظ مركز الزراعة الاستوائية الدولية (CIAT) فى بيرو بما عن ٣٠٠٠ صنف وسلالة ، ويحتفظ المعهد الدولى للزراعة الاستوائية فى نيجيريا بما ..ى ٢٠٠٠ صنف وسلالة ، بالإضافة إلى أكثر من ١٨٠٠ سلالة ، يُحتفظ بها فى . بحوث المحاصيل الدرنية المركزى (CTCRI) فى الهند ، وأكثر من ٧٠٠ سلالة CNPMF بالبرازيل .

..ن أهم أهداف التربية فى الكاسافا : تحسين المحصول ، وخفض نسبة الجلوكوسيدات ..وجينية ، وتحسين نسبة النشا والبروتين وصفات الجودة ، والقدرة على تحمل التداول ..زين ، وتحمل الظروف البيئية القاسية ؛ مثل : حموضة التربة ، ونقص الفوسفور ، ..ف ، والحرارة المنخفضة وكذلك التربية لمقاومة الآفات المرضية والحشرية .

..زيد من التفاصيل عن تربية الكاسافا .. يراجع Jennings (١٩٧٦) ، و Jennings ..ت (١٩٨٥) .

مصادر الكتاب

استينو ، كمال رمزى ، وعز الدين فراج ، ومحمد عبدالمقصود محمد ، ووريد عبد الب
وريد ، وأحمد عبد المجيد رضوان ، وعبد الرحمن قطب جعفر (١٩٦٣) . إنتاج الخضر
مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ١٣١٠ صفحة .

حسن ، أحمد عبد المنعم (١٩٨٨) . الطماطم . الدار العربية للنشر والتوزيع – القاهرة
٣٣١ صفحة .

حسن ، أحمد عبد المنعم (١٩٨٩) . الخضر الثانوية . الدار العربية للنشر والتوزيع –
القاهرة – ٣٩٢ صفحة .

حسن ، أحمد عبد المنعم (١٩٩١) . أساسيات تربية النبات . الدار العربية للنشر
والتوزيع – القاهرة – ٧٨٢ صفحة .

سرور ، مصطفى ، ومحمد بيومى على ، ومحمد عبد البديع (١٩٣٦) . الخضروات في
مصر . مطبعة مصر – القاهرة – ٤٤٠ صفحة .

عبد العال ، زيدان السيد (١٩٦٤) . تربية الخضر – دار المعارف – القاهرة – ٥٩٥
صفحة .

مرسى ، مصطفى على ، وكمال محمد الهباشة ، ونعمت عبد العزيز نور الدين
(١٩٧٣) . البصل . مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٣١٩ صفحة .

Aalders, A. J. G. and R. Pieters. 1987. Resistance in Vicia faba to Orobanche crenata : true resistance versus hidden susceptibility. Euphytica 36 : 227 - 238 .

Abawi , G. S. and K. R. Barker. 1984. Effects of cultivar , soil temperature , and population levels of Meloidogyne incognita on root necrosis and Fusarium wilt of tomatoes . Phytopathology 74 : 433 - 438 .

Abdel - Al, Z. and A. A. Hassan. 1965. Modified technique to test tomato varieties for nematode resistance .Tomato Genet. Coop. Rep. 15: 22.

Abdel - Hafez , A. A. 1969. Effeciency of gene markers for the development of triploid watermelon Citrullus vulgaris Schard. Ph . D. thesis , Cairo Univ. 330p.

Abdel - Hafez, A. A. , A. K. Gaafar , and A. M. M. Allam. 1980 . Inheritance of flesh color , seed coat cracks, and total soluble solids in watermelon and their genetic relations . Zagazig Univ. , Fac. Agr. , Res. Bull. No. 134. 31p .

Abdel - Hafez , A. A. , M. A. Badawi , A. H. Kherebrba , and F. M. A. El - Fawakry. 1984. Inheritance of certain economic characters in crosses between sweet melon and orange melon. Bull. , Fac. Agr. , Univ. Cairo 35 (1) : 437 - 452 .

Abdul - Baki , A. A. and A. Stoner . 1978 . Germination promoter and inhibitor in leachates from tomato seeds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 : 684 - 686 .

Abiko , K. and M. Ishii. 1983. Detection of isolates of melon powdery mildew fungus infecting the resistant variety "Sunrise" . Bul. Veg. & Ornamental Crops Res. Sta. , Minist. Agr. , For. & Fish. , Japan. Series A, No. 11. 113 - 117.

Abobaker, M. A. 1968. Inheritance of resistance to powdery mildew and other economic charactrs in cucumber , Cucumis sativus L. Ph. D. thesis , Cairo Univ. 236 p .

Abobaker , M. A. , M. A. El - Sherif , G. A. Karaman , and S. H. Gad El - Hak. 1984. Inheritance of resistance to root knot nematodes Meloidogyne spp. in some cowpea cultivars. Proc. Second Mditerranean Conf . Genet. , Cairo : 1-8 .

Abu - Gharbieh , W. I. , K. M. Makkouk ,and A. R. Saghir. 1978. Response of different tomato cultivars to the root - knot nematode , tomato yellow leaf curl virus , and Orobanche in Jordon. Plant Ds. Reptr 62 : 263 - 266 .

Adamson , W. C. and G. Sowell, Jr. 1983. Inheritance of bacterial spot resistance in pepper. HortScience 18 : 905 - 906 .

Adeniji , A. A. and D. P. Coyne. 1981. Inheritance of resistance to trfluralin toxicity in Cucurbita moschata Poir. HortScience 16 : 774 - 775 .

Adeniji , A. A. and D. P. Coyne. 1983. Genetics and nature of resistance to powdery mildew in crosses of Butternut with Calabaza squash and "Siminole Pumpkin" . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 : 360 - 368.

Aggour , A. R. and D. P. Coyne. 1989. Heritability , phenotyptic correlations , and associations of the common blight disease reactions in beans . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 828 - 833 .

Aggour , A. R. , D. P. Coyne , and A. K. Vidaver. 1989 . Comparison of leaf and pod disease reactions of beans (Phaseolus vulgaris L.)inoculated by different methods with strains of Xanthomonas campestris pv. phaseoli (Smith) dye. Euphytica 43 : 143 - 152 .

Aggour , A. R. , D. P. Coyne , A. K. Vidaver , and K. M. Eskridge. 1989 a . Transmission of the common blight pathogen in bean seed . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 1002 - 1008 .

Ahmadi , H. , R. S. Bringhurst , and V. Voth. 1990. Modes of inheritance of photoperiodism im Fragaria. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 146 - 152 .

Akeley , R. V. 1966. Development of potato varieties resistant to tuber diseass. In : Campbell Institute for Agricultral Research "Proceedings of Plant Science Symposium" , pp. 125 - 147 . Camden , N. J .

Alexander , L. J. 1959. Progess report of national screening committee for disease resistance in tomato for 1954 - 1957. Plant Dis. Reptr 43 : 55 - 56 .

Alexander , L. J. and G. L. Oakes. 1970. Two new greenhouse tomato varieties resistant to all five Ohio strains of tobacco mosaic virus. (Abstr.) . Phytopathology 60 : 1281 .

Al - Falluji , R. A. , D. H. Trinklein , and V. N. Lambeth. 1982 . Inheritance of pericarp firmness in tomato by generation mean analysis . HortScience 17 : 763 - 764 .

Ali , A. and J. R. Baggett . 1990. Inheritance of resistance to head smut disease in corn . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 668 - 672 .

Ali , M. A. , M. M. Fahim , and R. O. Mohamed. 1972. On the breeding for resistance to Fusarium wil of tomato . Egypt. J. Phytopath. 4 : 15 - 22 .

Allam , E. K. , A. A. Hassan , M. A. Maksoud , A. K. A. Selim and H. R. Nazeem. 1974. Screening for resisrance to tobacco mosaic virus in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.). Egypt. J. Phytopath. 6 : 69 - 74.

Ammati , M. , I. J. Thompson , and H. E. McKinney. 1985. Retention of resistance to Meloidogyne incognita in Lycopersicon genotypes at high soil temperature . In : Fresh Market Tomato Advisory Board "California Fresh MarKet Tomato Research Program 1984 / 85 Annual Report" , pp. 69 - 82. Dinuba , California .

Ammati , M. , I. J. Thompson and H. E. McKinney. 1986. Retention of resistance to Meloidogyne incognita in Lycopersicon genotyges at high soil temperature. J. Nematology 18 : 491 - 495 .

Anastasio , G. , P. Pellicer , M. S. Catala , J. Costa , G. Palomares and F. Nuez. 1988. A survey of wild Lycopersicon species for salt tolerance based on growth parameters. Tomato Genet. Coop. Rep. 38 : 5 - 7 .

Anastasio , G. , G. Palomares , F. Nuez , M. S. Catala , and J. Costa. 1988. Salinity responses among wild cucurbits. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 11 : 91 - 92 .

Angell , F. F. and M. L. Robbins . 1968. An effective and efficient method for making artificial cross - pllinations of tomato. Veg. Improv. Newsletter 10: 10 .

Anonymous. 1971. Wilt resistant tomates. World Fmg. , Kansas City 13 (3) : 29. (Cited from Plant Breed. Abstr. 41 : Abstr. 9170; 1971) .

Anonymous . 1980 . Dutch research . first Step towards whitefly resistance . Greenhouse Grower (4) : 6 .

Armstrong , R. J. and A. E. Thompson. 1969 . A rapid and accurate sytstem for scoring tomato fruit cracking . HortScience 4 : 288 - 290 .

Arroyo , A. and and I. W. Selman . 1977. The effects of rootstock and scion on tobacco mosaic virus infecion in susceptible , tolerant , and immune cultivars of tomato. Annals of Applied Bilogy 85 : 249 - 255 .

Asgrow Seed Company . 1977. Seed for today : Descriptive catalog of vegetable varieties No. 22. 152 p .

Asian Vegetale Research and Development Center . 1976 . Tomato Report for 1976 . Shanhua , Taiwan. 55p .

Asian Vegetable Research and Development Center . 1978. Progress Report for 1977. Shanhua , Taiwan .

Asian Vegetale Research and Development Center . 1979. Progress Report for 1978 . Shanhua, Taiwan .

Asian Vegetable Research and development Center. 1987. AVRDC progress report summaries 1986. Shanhua , Taiwan 94p .

Atherton, J. G. and G. P. Harris. 1986. Flowering . In J. G. Atherton and J. Rudich (Eds) "The Tomato Crop" , pp. 167 - 200. Chapman and Hall, London .

Augustin, E. , D. P. Coyne, and M. L. Schuster. 1972. Inheritance of resistance in Phaseolus vulgaris to Uromyces phaseoli typica Brazilian rust race B 11 and of plant habit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 526 - 529 .

Austin , R. B. and M. S. M. MacLean. 1972. A method for screening Phaseolus genotypes for tolerance to low temperatures . J. Hort. Sci. 47 : 279 - 290 .

Avedeev , Yu. I. and B. M. Scherbinin . 1972. The establishment of sources of resistance to broomrape in tomato and the Study of the inheritance of this character. (In Russian) . In Tezisy dokl. Konf. "SeleKtsiya i genet ovosch . Kul' tur " , 3. Kishinev, Molaavian SSR. 181 - 182 . (Cited form Plant Breed Abstr. 47 : Abstr. 12130 ; 1977) .

Avigdori - Avidov, H. 1986. Strawberry. In S. P. Monselise (Ed.) "CRC HandbooK of Fruit Set and Development" , pp. 419 - 448. CRC Press , Inc. , Boca Raton , Florida .

Ayotte , R. , P. M. Harney , and V. S. Machado. 1987 . The transfer of triazine resistance from Brassica napus L. to B. oleraea L. I. Production of F1 hybrids through embryo rescue . Euphytica 36 : 615 - 624 .

Ayotte , R . , P. M. Hamry , and V. S. Machado . 1988. The transfer of triazine resistance from Brassica napus L. to B. oleracea L. II. Morphology , fertility , and cytology of The F1 hybrid . Euphytica 37 : 189 - 197 .

Ayotte , R. , P. M. Harney , and V. S. Machado . 1988 a. The transfer of triazine resistance from Brassica napus L. to B. oleracea L. III. First backcross to parental species . Euphytica 38 : 137 - 142 .

Ayotte , R. , P. M. Harney , and V. S. Machao. 1989. The transfer of triazine resistance from Brassica napus L. to B. oleracea L. IV. Second and third backrosses to B. oleracea and recovery of an 18 - chromosome , triazine resistant BC3. Euphytica 40 : 15 - 19 .

Ayuso , M. C. , Mr. Baguena, J. Cuartero and F. Nuez. 1987. Possibilities of using the compatible form L. peruvianum PE - 23 as a genetic bridge in tomato breeding . Tomato Genet. Coop. Rep. 37 : 36 - 37 .

Baggett , J. R. and D. Kean. 1984. Inheritance of immature white seed coat color in common bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 601-604 .

Baggett , J. R. and D. Kean. 1986. The inheritance of days to flowering in broccoli (Brassica oleracea var. italica). Euphytica 35 : 97 - 102 .

Bagget, J. R. and D. Kean. 1989. Inheritance of annual flowering in Brassica oleracea . HortScience 24 : 662 - 664 .

Baggett , J. R. and W. A. Frazier . 1982 . Oregon 11 : Early parthenocarpic tomato breeding line : HortScience 17 : 984 - 985 .

Baggett , J. R. , W. A. Frazir , and E. K. Vaughan . 1965 . Test of Phaseolus species for resistance to Fusarium root rot . Plant Dis . Reptr 49 : 630 - 633 .

Baha - Eldin , S. A. , H. T. Blackhurst , and B. A. Perry . 1968 . The interrelationship between six plant characters in eggplant (Solanum melongena L.) . Proc. Amer. Soc. Hort . Sci . 93 : 438 - 443 .

Bailey , D. M. 1941 . The seedling test method for root - knot nematode resistance. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 38 : 573 - 575 .

Bajaj , Y. P. S. , S. K. Mahajan , and K. S. Labana. 1986. Interspecific hybridization of Brassica napus and B. juncea through ovary , ovule and embryo culture. Euphytica 35 : 103 - 109 .

Baker , L. R. 197S. Genetic manipulation to improve nutritional quality of vegetables. In R. S. Harris and E. Karmas (Eds) "Nutritional Evaluation of Food Processing" , pp. 19 - 32. The AVI Pub. Co. , Inc. Westport , Connecticut .

Banerjee , M. K. and Kalloo. 1987. Inheritance of tomato leaf curl virus resistance in Lycopersicon hirsutum f. glabratum. Euphytica 36 : 581 - 584 .

Banga , O. 1976. Carrot. In N. W. Simmonds (Ed) "Evolution of Crop Plants" , pp. 291 - 293. Longman , Lodon .

Banga , O. 1976. Radish. In N. W. Simmonds (Ed) "Evolution of Crop Plants" , pp. 60 - 62. Longman , Lodon .

Barbano , P. P. and L. D. Topoleski. 1984. Postfertilization hybrid seed failure in Lycoperison esculentum x Lycopericon peruvianum ovules. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 95 - 100 .

Barham , W. S. and J. N. Sasser. 1956. Root knot nematode resistance in tomates. Proceedings , abstracts of papers and addresses of the 53 rd Annual Conveion of the Assocation of Southern Agricultural Workers held in Atlanta , Georgia , Feb. 6 - 8 , 1956 : 150 - 151 .

Barham , W. S. and N. N. Winstead. 1957. Inheritance of resistance to root - knot nematodes in tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69 : 372 - 377 .

Barker , A. V. , D. N. Maynard , and H. A. Mills. 1974. Variations in nitrate accumulation among spinach cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 132 - 134 .

Barker , W. G. and G. R. Johnston. 1980. The longevity of seeds of the common potato, Solanum tuberosum. Amer. Potato J. 57: 601 - 607.

Barksdale , T. H. and A. K. Stoner. 1973. Segregation for horizontal resistance to tomato early blight. Plant Dis. Reptr 57 : 964 - 965 .

Barksdale , T. H. and A. K. Stoner. 1977. A study of the inhritance of tomato early blight resistance. Plant Dis. Reptr 61 : 63 - 65 .

Barnes , W. C. and W. M. Epps. 1954. An unrepored type of resistance to cucumber dowy mildew. Plant Dis. Reptr

38 : 620 .

Barnes , W. C. and W. M. Epps. 1955. Progress in breeding cucumbers resistant to anthracnose and downy mildew. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65 : 409 - 415 .

Barnes , W. C. and W. M. Epps. 1956. Powdery mildew resistance in South Carolina cucumbers. Plant Dis. Reptr 40 : 1093 .

Barrios , E. P. and H. I. Moskar. 1972. The inheritance of pod color and bearing habit in Capsicum frutescens L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 65 - 66 .

Barritt , B. H. 1980. Breeding strawberries resistant to insect and mite pests. In N. F. Childers (Ed.) " The Strawberry Cultivars to Markting " pp. 201 - 212 . Horticultual Pub. , Gainesville , Florida .

Basnitzki , Y. and D. Zohary. 1987. A seed - planted cultivar of globe artichoke. HortScience 22 : 678 - 679 .

Bassett , M. J. 1976. Inheritance of pod detachment force in snap beans , Phaseolus vulgaris L. HotScience 11 : 471 - 472 .

Bassett , M. J. 1991. A pleiotropic mutant for a male sterlity and spindly branching at the sb locus in common bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 346 - 348 .

Bassett , M. J. and A. Blom. 1991. A new genotype for white seed coat discovered in "Early Wax" snap bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 131 - 136 .

Basset , M. J. and D. M. Shuh. 1982. Cytoplasmic male sterility in common bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 791 - 793 .

Batal , K. M. , J. L. Weigle , and N. R. Lersten. 1972. Exogenous growth - regulator effect on tomato fruit cracking and pericarp morphology. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 529 - 531 .

Bernard , R. L. and E. R. Jaycox. 1969. A gene for increased natural crossing in soybean. . Agron. Abstr. , 1969 : p.3 (Abstr.) . (Cited from Plant Breed. Abstr. 41 : Abstr. 6523 ; 1971) .

Berry , S. Z. 1969. Germinating response of the tomato at high temperature. HorScience 4 : 218 - 219 .

Berry , S. Z. and G. L. Ookes. 1987. Inheritance of resistace to fusarium crown and root rot in tomato. HortScience 22 : 110 - 111 .

Berry , S. Z. , G. G. Madumadu , M. R. Uddin , and D. L. Coplin. 1989. Virulence Studies and resistance to Clavibacter michiganensis ssp. michiganensis in tomato germplasm. HortScience 24 : 362 - 365 .

Berlinger , M. J. , R. Dahan , and E. Shevach - Urkin. 1983. Breeding for resistance to whiteflies in tomatoes in relation to integratd pest control in greenhouses. Bul. SROP 6 (3) : 172 - 176 .

Bhagsari , A. S. 1990. Photosynthetic evaluation of sweetpotato germplasm. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 634 - 639 .

Bhagsari , A. S. and D. A. Ashley. 1990. Relationship of phototsynthesis and harvest index to sweet potato yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 288 - 293.

Bienz , D. R. 1968. Evidence for carrot splitting as an inherited tendency. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93 : 429 - 433 .

Binder , E. and M. T. Hutchinson. 1959. Furthter studies concerning the effect of the root - knot nematode Meloidogyne incognita acrita on the susceptibility of the Chesapeak tomato to Fusarium with. Plant Dis. Reptr 43 : 972 - 978 .

Bliss , F. A. 1981. Utilization of vegetable germplasm. HorScience 16: 129 - 132 .

Blixt , S. 1974. The pea. In R. C. King (Ed.) " Handbook of Genetics. Vol. 2 : Plants , Plant Viruses , and Protists " , pp. 181 - 221. Plenum Pr. , N. Y .

Blixt , S. 1979. Some genes of importance for the evolution of the pea in cultvation. In A. C. Zeven and A. M. Van Harten (Eds) " Broadening the Genetic Base of Crops " , pp. 195 - 202. Centre for Agr. Pub. & Doc. , Wageningen .

Bohn, G.W. A. N. Kishaba and H. H. Toba. 1972. Mechanisms of resistance to melon aphid in a muskmelon line. HortScience 7 : 281 - 282 .

Bolarin , M. C. , F. G. Fernandez , V. Cruz , and J. Cuartero. 1991. Salinity in four wild tomato species using vegetative yield - salinity response curves. J. Amer. Soc. Hor. Sci. 116 : 286 - 290 .

Bond , D. A. 1976. Fild bean. In N. W. Simmonds (Ed.) " Evolution of Crop Plants " , pp. 179 - 182. Longman , London .

Bond , D. A. 1989. A short review of reseach on male sterility and prospects for F_1 hyrid varieties in field beans (Vicia faba L.). Euphytica 41 : 87 - 90 .

Bond , D. A. 1989a. Prospects for commercialisation of F_1 hybrid field beans Vicia faba L. Euphytica 41 : 81 - 86 .

Bond , D. A. and M. H. Poulsen. 1983. Pollination. In P. D. Hebblethwaite (Ed.) " The Faba Bean (Vicia faba L.) : a basis for improvement " , pp. 77 - 101. Butterworths, London .

Boorsma , A. A. 1980. Variability in Vicia faba for resistance to Orobanche crenata. FAO Plant Prot. Bull. 28 (1) : 39 - 42 .

Booy , G. , T. C. Wehner , and S. F. Jenkins , Jr. 1987. Resistance of cucumber lines to Rhizoctonia solani damping - off : not related to fruit rot resistance. HortScience 22 : 105 - 108 .

Borchers , E. A. and R. T. Taylor. 1988. Inheritance of fruit bitterness in a cross of Cucurbita mixta x C. pepo. HortScience 23 : 603 - 604 .

Boshi , A. B. and M. W. Hardas. 1976. Okra. In N. W. Simmonds (Ed.) " Evolution of Crop Plants " , pp. 194 - 195. Longman , London .

Bosland, P. W. and P. H. Williams. 1987. Sources of resistance to Fusarium oxysporum f. sp. conglutinans , race 2. HortScience 22 : 669 - 670 .

Bosland , P. W. , P. H. Williams and R. H. Morrison. 1988. Influence of soil teperature on the expression of yellows and wilt of crucifers by Fusarium oxysporum. Plant Dis. 72 : 777 - 780 .

Boswell , V. R. 1937. Improvement and genetics of tomatoes , pepper, and eggplant. , In United States Department of Agriculture " 1937 Yearbook of Agriculture : Better Plants and Animals II " , pp. 176 - 206. Wash. , D. C.

Boukema , I. W. 1980. Allelism of genes controlling resistance to TMV in Capsicum L. Euphytica 29 : 433 - 439 .

Boukema , I.W. and A. P. M. Den Nijs. 1984. Lycopersicon peruvianum , a valuable source of genetic variation for tomato breeders , but difficult to exploit. In Eucarpia Tomato WorKing Group "A New Era in Tomato Breeding ", pp. 107 - 112. Institute for Hort. Plant Breed., Wageningen , the Netherlands .

Bourgeais , P. , G. Guerrier and D. G. Strullu. 1987. Adaptation of Lycopersicon esculentum to NaCl : a comparative study of cultures of callus or stem tips. Canad. J. Bot. 65 : 1989 - 1997 .

Bournivol , B. , J. Scott and C. E. Vallejos. 1988. Genetics of resistance to races 1 , 2 , and 3 of Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici in Lycyersicon pennellii. (Abstr.) . HortScience 23 : 115 .

Bravo , A., D. H. Wallace , and R. E.Wilkinson. 1969. Inheritance of resistance to Fusarium root rot of beans. Phytoathogy 59 : 1930 - 1933 .

Bressan , R. A. , L. Le Cureux , L. G. Wilson , P. Filner , and L. R. Baker. 1981. Inheritance of resistance to sulfur dioxde in cucumber. HortScience 16 : 332 - 333 .

Bright , S. , V. Jarrett , R. Nelson , G. Grissen , A. Karp , J. Fanklin, P. Norbury , J. Kueh , S. Rognes and B. Miflin. 1983. Modification of agronomic traits using in vitro technology. In S. H. Mantell and H. Smith (Eds) " Plant Biotechonlogy " pp. 251 - 265. Cambridge Univ. Pr. , Cambridge .

Bringhurst , R. S. and V.Voth. 1980. Breeding strawberry for high productivity and large fruit size. In N. F. Childers (Ed.) " The Strawberry Culivars to Marketing " , pp. 156 - 164. Horticultural Pub. , Gainesville , Florida .

Bringhurst , R. S. , P. E. Hansche , and V. Voth. 1968. Inheritance of Verticllium wilt resistance and the correlation of resistance with performance traits of the strawberry.Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92 : 369 -375.

Brock , R. D. 1948. The nature of Fusarium wilt resistance in the tomato variety Pan America. J. Aust. Inst. Agric. Sci. 14 : 78 - 80 .

Brown , J. C. and W. E. Jones. 1971. Differetial transport of boron in tomato (Lycopersicon esculentum Mill) . Physiologia Plantarum 25 : 279 - 282 (Cited from Hort. Abstr. 42 : Abtr. 4062 ; 1972) .

Brown , J.C. , R. L. Cheney and J. E. Ambler. 1972. A new tomato mutant inefficient in the transport of iron. Physiologia Plantarun 25 : 48 - 53. (Cited from Plant Breed. Abstr. 1516 ; 1972) .

Brueske , C. H. and V. H. Dropkin. 1973. Free phenols and root necrosis in Nematex tomato infected with the root knot nematade. Phytopatholoy 63 : 329 - 334 .

Brunson , A. M. 1937. Popcorn breeding. In United States Department of Agriculture " 1937 Yearbook of Agriculture : Better Plants and Animals II " , pp. 395 - 404 . Wash . , D. C .

Buescher , R. W. , C. Hardy , and E. C. Tigchelaar . 1981. Postharvest color development in nor F1 tomato hybrids as influenced by maturity state at harvest. HortScience 16 : 329 - 330 .

Buishand , J. G. and H. Gabelman. 1980. Studies on the imhertance of root color and carotenoid content in red x yellow and red x wlite crosses of carrot , Daucus carota L. Euphytica 29 : 241 - 260 .

Burnham , M. and C.E. Peterson. 1970. Stem attachment area ; a new variable for cucumber breeders. HortScience 5 : 48 - 50 .

Burton , W. G. 1948. The potato : a survey of its history and of factors infuencing its yield , nutritive value and storage. Chapman & Hall , Ltd. , London .319 p .

Calvert , A. 1973. Morphology and development. In H. G. Kingham (Ed.) " The U. K. Tomato Manual " , pp. 19 - 22. Grower Books , London .

Cameron , J. S. and C. A. Hartley. 1990. Gas exchange characteristics of Fragaria chiloensis genotypes. HortScience 25 : 327 - 329 .

Campbell , G. K. G. 1976. Sugar beet. In N. W. Simmonds (Ed.) " Evolution of Crop Plants " , pp. 25 - 28. Longman , London .

Campbell , G. M. , T. P. Herandez and J.C. Miller. 1963. The effect of temperature , photoperiod and other related treatments on flowering in Ipomoea batatas. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83 : 618 - 622 .

Campbell Soup Company. 1960. Proceedings of plant science seminar. Camden , N. J. 162 p.

Campbell , T. M. and W. W. Collins. 1987. Fusarium solani root rot resistance in sweet potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 386 - 389 .

Cannon , O. S. , D M. Gatherum , and W. G. Miles. 1973. Heritability of low temperature seed germination in tomato. HortScience 8 : 404 - 405.

Carrasco , A. , A. M. Boudet , and G. Marigo. 1978. Enhanced resistance of tomato plants to Fusarium by controlled stimulation of their natural phenolic production. Phsiological Plant Path. 12 : 225 - 232 .

Carter , A. L. and T. McNeilly. 1976. Increased atmospheric humidity post pollination : a possible aid to the production of inbred line seed from mature flowers in the brussels sprout (Brassica oleracea var. gemmifera) . Euphytica 25 : 531 - 538 .

Carter , C. D. and J. C. Snyder. 1985. Mite responses in relation to trichomes of Lycopersicon esculentum x L. hirsutum F_2 hybrids. Euphytica 34 : 177 - 185 .

Carter , C. D. , J. N. Sacalis and T. J. Gianfagna. 1988. Zingiberene and resistance to colorado potato beetle in Lycopersicon hirsutum f. hirsutm. (Abstr.). HortScience 23 : 772 .

Carvlho , L. P. De , C. Vieira , and G. M. Chaves. 1978. Inheritance of resistance to five physiobogical races of Uromyces phaseoli var. typica Arth. in Phaseolus vulgaris L. (In Portuguese). Fitopato logia Brasileira 3 : 181 - 185. (Cited from Plant Breed. Abstr. 49 : Abstr. 11393 ; 1979) .

Chambliss , O. L. and E. V. Wann. 1971. Antibiosis in earworm resistant sweet corn. J Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 273 - 277 .

Chambliss , O. L. and F. P. Cuthbert. 1968. Cucumber beetle - resistant cucurbits. Veg. Improv. Newsletter 10 : 4 - 5 .

Chamliss , O. L., H. T. Erickson , and C. M. Jones. 1968. Genetic control of bitterness in watermelon fruits. Proc.

Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 539 - 546 .

Chang , W. N. and B. E. Struckmeyer. 1976. Influence of temperatue, time of day , and flower age on pollen germination , stigma receptivity , pollen tube growth , and fruit set of Allium cepa L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 81 - 83 .

Chapman , G. P. 1983. Cytogentics. In P. D. Hebblethwaite (Ed.) "The Faba Bean (Vicia faba L.) : a basis for Improvemnt" , pp. 197 - 216. Butterworths , London .

Charles , W. B. , D. G. Hoskin and P. J. Cave. 1974. Overcomig cross - and self - incompatibility in Ipomoea batatas (L.) Lam. and Ipomoea trichocarpa (Elliot). J. Hort. Sci. 49 : 113 - 121 .

Chavez , R. , M. T. Jackson , P. E. Schmiediche , and J. Franco.

1988. The importance of wild potato species resistant to the potato cyst nematode , Globodera pallida , pathotypes P_4A and P_5A , in potato breeding. I. Resistance studies. Euphytica 37 : 9 - 14 .

Chekalin , N. M. , I. M. Chekalina , and T. M. Pestova. 1971. Artificial teraploids of squash (Cucurbita maxima Duch.). (In Russian). Geneica 7 (4) : 13 - 19. (Cited from Plant Breed. Abstr. 42 : Abst. 3794 ; 1972) .

Chen , N. C. , L. R. Baker , and S.Honma. 1983. Interspecific crossabiliy among four species of Vigna food legumes. Euphytica 32: 925 - 937.

Chet , I. , D. Havkin , and J. Katan. 1978. The role of catechol in inhibition of Fusarium wilt. Phytopath. Z. 91 : 60 - 66 .

Chiang , M. S. 1974. Cabbage pollen germination and longevity. Euhytica 23 : 579 - 584 .

Chiang , M. S. and R. Crete. 1983. Transfer of resistance to race 2 of Plasmodiophora brassicae from Brassica napus to cabbage (B.oleracea ssp. capitata) . V. The inheritance of resistance. Euphytica 32 : 479 - 483 .

Chiang , M. S. , C. Chong , G. Chevrier and R. Crete. 1989. Glucosinolates in clubroot - resistant and susceptible selections of broccoli. HortScience 24 : 665 - 666 .

Choudhury , B. 1976. Eggplant. In N. W. Simmonds (Ed.) " Evolution of Crop Plants " , pp. 278 - 279. Longman , London .

Christ , B. J. and J. V. Groth. 1982. Inheritance of virulence to three bean cultivars in three isolates of the bean rust pathogen. Phytopathology 72 : 767 - 770 .

Christ , B. J, and J. V. Groth. 1982a. Inheritance of resistance in three cultivars of beans to the bean rust pathogen and interaction of virulence and resistance genes. phytopathology 72 : 771 - 773 .

Chu , M. C. -Y. and A. E. Thompson. 1972. Morphology and genetics of fleshy calyx and their relation to crack resistance in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 197 - 203 .

Chweya , J. A. 1988. Thiocyanate contents of some Brassica oleracea var. acephala varieties. In Insitut National de la Rsearche Agronmque de Tunise (INRAT) " Seminare Regional Sur Les Culures Maraichres " , pp. 27 - 37. Comptes rendus du seminaire tenu a Tunis , Tunisie du 21 au 26 September 1987 .

Cirulli , M. and F. Ciccarese. 1975. Interactions between TMV isolates , temperature , allelic condition and combination of the Tm resistace genes in tomato. Phytopatholgia Mediterranea 14 : 100 - 105 .

Cohen , S. and F. E. Nitzany. 1966. Tansmission and host range of the tomato yellow leaf curl virus. Phytopahology 56 : 1127 - 1131 .

Cohen , S. and Y. Cohen. 1986. Genetics and nature of resistance to race 2 of Sphaerotheca fuliginea in Cucumis melo P. I. 124111. Phytopathlogy 76 : 1165 - 1167 .

Cohen , Y. and H. Eyal. 1988. Reaction of muskmelon genotypes to races 1 and 2 of Sphaerotheca fuliginea in Israel. Cucurbit Genetics Coop. Rep. 11 : 47 - 49 .

Collins , W. W. and W. M. Walter , Jr. 1982. Potential for increasing nutritional value of sweet potatoes. In R. L. Villareal and T. D. Griggs (Eds) " Sweet Potato " , pp. 355 - 363. Asian Veg. Res. & Dev. Center , Taiwan .

Collins , W. W. , G. Wilson , S. Arrendell , and L. F. Dickey. 1987. Genotype x environment interactions in sweet potato yield and quality factors. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 579 - 583 .

Coltman , R. R. 1987. Tolerance of tomato strains to phosphorus deficiency in root culture. HorScience 22 : 1305 - 1307 .

Coltman , R. R. , G. C. Gerloff , and W. H. Gabelman. 1985. Differential tolerance of tomato strains to maintained and deficient levels of phosphorus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 : 140 - 144 .

Conti , S. , M. C. Sanguineti , B. Toni and A. Azzoni. 1988. Inheritance of quality traits in processing tomato (Lycopersicon esculentum Mill.). Euphytica 37 : 121 - 127 .

Coons , J. M. , R. O. Kuehl , N. F. Obeker , and N. R. Simons. 1989. Seed germination of seven pepper cultivars at constant or alternating high temperatures. J. Hort. Sci. 64 : 705 - 710 .

Coons , J. M. , R. O. Kuehl , N. F. Obeker , and N. R. Simons. 1989. Germination of eleven tomato phenotypes at constant or alternating high temperatures. HortScience 24 : 927 - 930 .

Cooper , R. C. 1974. Taro (Colocasia esculenta). In J. Leon (Ed.) "Handbook of Plant Introduction in Tropical Crops" , pp. 38 - 41. Food and Agr. Org. of The U. N. , Rome .

Copeland , L. O. 1976. Principles of seed science and technology. Burgess Pub. Co. , Minneapolis , Minnesota. 369p .

Costa , C. P. Da and C. M. Jones. 1971. Cucumber beetle resistance and mite susceptibility controlled by the bitter gene in Cucumis sativus L. Science 172 : 1145 - 1146 .

Costa , J. , M. A. Sanchis , G. Palomares and F. Nuez. 1989. Interspecifc variability in The Lycopersicon genus in relation to salinity tolerance. Tomato Genetics Coop. Rep. No 39 : 8 - 9 .

Cotner , S. D. , E. E. Burns , and P. W. Leeper. 1969. Pericarp anatomy of crack - resistant and susceptible tomato fruits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 135 - 137 .

Coyne , D. P. 1968. Correlation , heritability , and selection of yield components in field beans , Phaseolus vulgaris L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93 : 388 - 396 .

Coyne , D. P. 1970. Genetic control of a photoperiod - temperature response for time of flowering in beans

(Phaseolus vulgaris L.). Crop Sci. 10 : 246 - 248 .

Coyne , D. P. 1970. Inheritance of mottle - leaf in Cucurbita moschata Poir. HortScience 5 : section 1 : 226 - 227 .

Coyne , D. P. 1978. Genetics of flowering in dry beans (Phaseolus vulgaris L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 : 606 - 608 .

Coyne , D. P. and O. C. Burnside. 1968. Differental plant injury and yield response of tomato varieties to 2 , 4 - D. Res. Bul. Univ. Neb. Coll. Agr. 226. 21p .

Coyne , D. P. , S. S. Korban , D. Knudsen and R. B. Clark. 1982. Inheritance of iron deficiency in crosses of dry beans (Phaseolus vulgaris L.). J. Plant Nutrition 5 : 575 - 585 .

Crehu , G. du. 1968. Early testing of pollen stigma compatibility relationships in Brassica oleracea by fluorescence. Brassica meeting of Eucarpia : Horticultural Scction : 4 - 6 Sept. 1968 , Wellsbourne , England. p. 34 - 36. (Cited from Plamt Breed. Abstr. 40 : Abstr. 3944 ; 1970) .

Crill , P. and J. P. Jones. 1972. Controlling Fusarium wilt of tomato with resistant varieties. Plant Dis. Reptr. 56 : 695 - 699 .

Crill , P. , J. P. Jones , and D. S. Burgis. 1973. Failure of " horizontal resistance " to control fusarium wilt of tomato. Plant Dis. Reptr 57 : 119 - 121 .

Crisp , P. and B. W. W. Grout. 1984. Storage of broccoli pollen in liquid nitrogen. Euphytica 33 : 819 - 823 .

Crisp , P. , I. R. Crute , R. A. Southerland , S. M. Angell , K. Bloor , H.Burgess , and P. L. Gordon. 1989. The exploitation of genetic resources of Brassica oleracea in breeding for resistance to clubroot (Plasmodiophora brassicae). Euphytica 42 : 215 - 226 .

Crocker , W. and L. V.Barton. 1953. Plysiology of seeds. Chronica Botanica Co. , Waltham , Mass. 267p .

Crute , I. R. and J. A. Dunn. 1980. An association between resistance to root aphid (Pemphigus bursarius L.) and downy mildew (Bremia lactucae Regel) in lettuce. Euphytica 29 : 483 - 488 .

Cuartero , J. and J. I. Cubero. 1982. Phentotypic , genotypic and environmental correlation in tomato (Lycopersicon esculentum). Euphytica 31 : 151 - 159 .

Cubero , J. I. 1983. Parasitic diseases in Vicia faba L. with special refrence to broomrape (Orobanche crenata Forsk.). In P. D. Hebbelethwaite (Ed.) " The Faba Bean (Vicia faba L.) : a Basis for Improvement " , pp. 493 - 452. Butterworths , London .

Cucurbit Genetics Cooperative. 1988. Gene list of Cucurbita spp. Cucurbit Genetics Coop. Rep. 11 : 96 - 103 .

Curme , J. H. 1962. Effect of low night temperatures on tomato fruit set. In Campbell Soup Compmany " Proceedings of Plant Sciene Symposium " , pp. 99 - 108. Camden , N. J.

Currah , L. 1986. Leek breeding : a review. J. Hort. Sci . 61 : 407 - 415 .

Curtis , L. C. and J. Scarchuk. 1948. Seedless peppers ; a single mendelian recessive character. J. Hered. 39 : 159 - 160 .

Custers , J. B. M. and A. P. M. Den Nijs. 1986. Effects of amioethoxyvinylglycine (AVG) , environment , and genotypes in overcoming hybridization barriers between Cucumis specis. Euphytica 35 : 639 - 647 .

Cutter , Elizabeth G. 1978. Structure and development of the potato plant. In P. M. Harris (Ed.) " The Potato Crop " , pp. 70 - 152. Chapman and Hall , London .

Czonek , H. , R. Ber , N. Navot , and D. Zamir. 1988. Detection of tomato yellow leaf curl virus in lysates of plants and insects by hybrididzation with viral DNA probe. Plant Dis. 72 : 949 - 951 .

Danko , S. J. and M. E. Corden. 1984. Effect of ethanol on the accumulation of antifungal compounds and resistance of tomato to Fusarium oxysporum f. sp . lycopersici. Phytopathology 74 : 1475 - 1479 .

D' Antonio , V. and C. F. Quiros. 1987. Viability of celery pollen after collection and storage. HortScience 22 : 479 - 481 .

D ' Arcy , W. G. 1982. Combinations in Lycopersicon (Solanaceae) : Phytoloiga 51 : 240 .

Darrow , G. M. 1937. Strawberry improvement. In United States Department of Agriculture " 1937 Yearbook of Agriculture : Better Plants and Animals II " , pp. 445 - 495. Wash. , D. C .

Darrow , G. M. 1966. The strawberry : history , breeding and physiology. Holt , Rinehart and Winston , N. Y. 447p.

Davies , D. R. 1976. Peas. In N. W. Simmonds (Ed.) " Evolution of Crop Plants " , pp. 172 - 174. Longman , London .

Deakin, J. R. 1974. Association of seed color with emergence and seed yield of snap beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 :110 - 114 .

Deakin , J. R. and P. D. Dukes. 1975. Breeding snap beans for resistance to diseases causd by Rhizoctonia solani Kuehn. HortScience 10 : 269 - 271 .

Dehan , K. and M. Tal. 1978. Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato : responses of Solanum pennellii to high salinity. Irrigation Science 1 : 71 - 76 .

De Jong , H. 1983. Inheritance of sesitivty to the herbicide Metribuzin in cultivated diploid potatoes. Euphytica 32: 41 - 48 .

Delaney , D. E. and R. L. Lower. Generation means analysis of plant characters in crosses between two determinate cucumber lines and Cucumis sativus var. hardwickii. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 707 - 711 .

Denna , D. W. 1970. Laef wax and transpiration in Brassica oleracea. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 30 - 32.

Dennett , R. K. 1950. The association of resistance to Fusaium wilt and Stemphylium leaf spot in tomato , L. esculentum. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 56 : 353 - 357 .

De Ponti , O. M.B. and F. Garretsen. 1980. Resistance in Cucumis sativus L. to Tetranychus urticae Koch. 7. The inheritance of resistance and bitterness and the relation between these characters. Euphytica 29 : 513 - 523 .

De Ponti , O. M. B. , G. Pet , and N. G. Hogenboom. 1975. Resistance to the glasshouse whitefly (Trialeurodes vaporiorum Westw.) in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) and related species. Euphytica 24 : 645 - 649 .

Desouki , I. A. M. , M. A. El - Sherif and A. A. Hassan. 1982. Evaluation of some sources of root knot nematode resistance in tomatoes. Egypt. J. Hort. 9 : 233 - 235 .

De Vos , D. A. , R. R. Hill , Jr. , R. W. Helper , and D. L. Garwood. 1981. Inheritance of low temperature sprouing ability in Fl tomato crosses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 352 - 355 .

Dhillon , N. P. S. and B. R. Sharma. 1989. Relationship between field and cage assessments for resistance to red pumpkin beetle in summer squash. Euphytica 40 : 63 - 65 .

Dick , J. A. and V. I. Shattuck. 1990. Inheritance of resistance to blothy ripening in processing tomatoes. J Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 503 - 508 .

Dickson, M. H. 1968. Eight newly described genes in broccoli. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 356 - 362 .

Dickson , M. H. 1969. The inheritance of seed coat rupture in snap beans Phaseolus vulgaris L. Euphytica 18 : 110 - 115 .

Dickson , M. H. 1970. A temperature sensitive male sterile gene in broccoli , Brassica oleracea L. var. italica. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 13 - 14 .

Dickson , M. H. 1973. Cold toterance in lima beans. HortScience 8 : 410 .

Dickson , M. H. 1977. Inheritance of resistance to tipburn in cabbage. Euphytica 26 : 811 - 815 .

Dickson , M. H. 1980. Genetic aspects of seed quality. HortScience 15: 771 - 774 .

Dickson , M. H. and A. F. Carruth. 1967. The inheritance of core length in cabbage. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 321 - 324 .

Dickson , M. H. and C. Y. Lee. 1980. Persistent white curd and other curd characters of cauliflower. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 533 - 535 .

Dickson , M. H. and D. H. Wallace. 1986. Cabbage breeding. In M. J. Bassett (Ed.) " Breeding Vegetable Crops " , pp. 395 - 432. AVI Pub. Co. , Inc. , Westport , Connecticut .

Dickson , M. H. and J. E. Hunter. 1987. Inheritance of resistance in cabbage seedlings to black rot. HortScience 22 : 108 - 109 .

Dickson , M. H. and J. R. Stamer. 1970. Breeding cabbage for high dry makter and soluble solids. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 720 - 723 .

Dickson , M. H. and M. A. Boettger. 1977. Inheritance of resistance to mechanical damage and transverse cotyledon cracking in snap beans (Phaseolus vulgaris L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 498 - 501 .

Dickson , M. H. and M. A. Boettger. 1982. Heritability of semi - hard seed induced by low seed moisture in beans (Phaseolus vulgaris L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 69 - 71 .

Dickson , M. H. and R. Petzoldt.1987. Inheritance of low temperaturetolerance in beans at several growth stages. HortScience 22 : 481 - 483

Dickson , M. H. and R. Petzoldt. 1988. Heat tolerance and pod set in beans. (Abstr). HortScience 23 : 771 .

Dickson , M. H. and R. Petzoldt. 1988. Deleterious effects of white seed due to p gene in beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 111 - 114 .

Dickson , M. H. and R. Petzoldt. 1989. Heat tolerance and pod set in green beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 833 - 836 .

Dickson , M. H. , C. Y. Lee , and A. E. Blamble. 1988. Orange - curd high carotene cauliflower inbreds , NY 156 , N Y 163 , and N Y 165. HortScience 23 : 778 - 779 .

Dickson , M. H. , A. M.Shelton , S. D. Eigenbrode , M. L. Vamosy , and M. Mora. 1990. Selection for resistance to diamondback moth (Plutella xylostella) in cabbage. HortScience 25 : 1643 - 1646 .

Dixon , G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co. , Inc. , Westport , Connecticut. 404 p .

Dodds , K. S. and M. Sencan. 1970. Vegetative method for cauliflower seed production. Yalova Bahcel Kulturleri Arastirma ve Egitim Merkezi Dergisi 3 (2) : 13 - 16. (Cited from Plant Breed. Abstr. 42 : Abstr. 1461 ; 1972) .

Dolbeer , R. A. , P. P. Woronecki and R. A. Stehn. 1986. Resistance of sweet com to damage by blackbirds and starlings. J. Amer. Soc. Hort. Sci.111 : 306 - 311 .

Dolber , R., A. P. P. Woronecki , and J. R. Mason. 1988. Aviary and field evaluations of sweet corn resistance to damage by blackbirds. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 460 - 464 .

Dona , M. N. 1980. The strawberry plant and its environmetnt. In N. F. Childers (Ed.) " The Strawberry : Cultivars to Marketing " , pp. 33 - 34. Horticultural Pub. , Gainesville , Florida .

Doolittle , S. P., A. L. Taylor , and L. L. Danielson. 1961. Tomato diseases and their control. U. S. Dept. Agr. , Agr. Handbook 203. 86p .

Domhoff , G. M. and R. M. Shibles. 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. Crop Sci. 10 : 42 - 45 .

Dowley , L. J. , D. G. Routley , and L. C. Peirce. 1975. Ontogenetic predisposition of tomato to race 0 of Phytopthora infestans. Phytopathology 65 : 1422 - 1424 .

Drabo , I. , R. Redden , J. B. Smithson , and V. D. Aggareal. 1984. Inheritance of seed size in cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp.) Euphytica 33 : 929 - 934 .

Drijfhout , E. and W. J. Blok. 1987. Inheritance of resistance to Xanthomonas campestris pv. phaseoli in tepary bean (Phaseolus acutifolius). Euphytica 36 : 803 - 808 .

Dropkin , V. H. 1969. The necrotic reaction of tomatoes and other hosts resistant to Meloidogyne : reversal by temperature. Phytopathology 59 : 1632 - 1637 .

Dropkin , V. H., J. P. Helegeson , and C. D. Upper. 1969. The hypersensitivity reaction of tomatoes resistant to Meloidogyne incognita : reversal by cytokinins. J. Nematol. 1 : 55 - 61 .

Duc , G. and J. Picard. 1986. Note on the presence of the Sym - 1 gene in Vicia faba hampering its symbiosis with Rhizobium leguminosarum. Euphytica 35 : 61 - 64 .

Duffus , J. E. , R. C. Larsen and H. Y. Liu. 1986. Lettuce infectious yellows virus - a new type of whitefly - transmit-

ted virus. Phytopathology 76 : 97 - 100 .

Dukes , P. D. , A. Jones , and J. M. Schalk. 1990. "Inducer" , a tree morning glory rootstock cultivar for use in breeding sweetpotatoes. HortScience 25 : 238 - 239 .

Duvick , D. N. 1966. Influence of morphology and sterility on breeding methodology. In K. J. Frey (Ed.) " Plant Breeding " , pp. 85 - 138. Iowa State Univ. Pr. , Ames , Iowa .

Dwelle , R. B. 1985. Photosynthesis and photoassimilate partitioning. In P. H. Li (Ed.) " Potato Physiology " pp. 35 - 58. Academic Pr. , N. Y.

Edmond , J. B. , T. L. Senn , F. S. Andrews , and R. G. Halfacre. 1975 (4 th ed.). Fundamentals of horticulture. McGraw - Hill Book Co. , N. Y. 560p .

Eenink , A. H. 1974. Linkage in Spinacia oleracea L. between the locus for resistance to Peronospora spinaciae Laub. and the locus for tolerance for cucumber virus 1. Euphytica 23 : 485 - 487 .

Eenink , A. H. 1977. Induction of male sterilty in lettuce (Lactuca sativa L.) by application of gibberellic acid : A technical note. Euphytica 26 : 31 - 32 .

Eenink , A. H. 1981. Compatibility and incompatibility in witloof chicory (Cichorium intybus L.) 1. The influence of temperature and plant age on pollen germination and seed production. Euphytica 30 : 71 - 76 .

Eenink , A. H. 1981. Compatibility and incompatibility in witloof chicory (Cichorium intybus L.). 2. The incompatiility system. Euphytica 30 : 77 - 85 .

Eenink , A. H. 1981. Research on The inheritance of seed dormancy in leetuce (Lactuca sativa L.) and selection for non - dormaney. Euphytica 30: 371 - 380 .

Eenink , A. H. and F. Garretsen. 1980. Reseach on the inheritance of fasciation in lettuce (Lactuca sativa L.). Euphytica 29 : 653 - 660 .

Eenink , A. H. , R. Growenwold , and F. L. Dieleman. 1982. Resistance of lettuce (Lactuca) to the leaf aphid Nasonovia ribis nigri. 1. Transfer of resistance from L. virosa to L. sativa by interspecific crosses and selection of resistant breeding lines. Euphytica 31 : 291 - 300 .

Eenink , A. H. , F. L. Dieleman , R. groenwold , P. Aarts , and B. Clerkx. 1984. An instant bioassay for resistance of lettuce to the leaf aphid Myzus persicae. Euphytica 33 : 825 - 831 .

Eigenbrode , S. D. and A. M. Shelton.1990. Effect of plant age on survival of diamondback moth on two cabbage genotypes. HortScience 25 : 362 .

Eisa , H. M. and D. H. Wallace. 1969. Morphological and anatomical aspects of petaloidy in the carrot. J. Amer. Soc.Hort. Sci. 94 : 545 - 548 .

Eisa , H. M. and H. M. Munger. 1968. Male sterility in Cucurita pepo. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92 : 473 - 479 .

Eisinger , B. A. and K. J. Bradford. 1986. Role of seed mineral content in the occurrence of transverse cotyledon cracking of snap bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 110 - 114 .

El - Ahmadi , A. B. and M. A. Stevens. 1979. Genetics of high - temperature fruit set in the tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 : 691 - 696 .

Elgammal , M. M. 1971. Studies on The inheritance of resistance to white rot disese and other characters in Allium spp. Ph. D. thesis , Cairo Univ. 123p .

El - Hammady , M. , M. S. Said , and S. S. Mustafa. 1976. Studies on tomato yellow leaf curl disease : I. Susceptibility of different tomato species, varieties and hybrids to artificial infection under some different conditions. J. Agr. Sci. Mansoura Univ. 1 : 385 - 404 .

El Hassan , G. M. 1983. Fruit cluster and its inheritance in okra (Abelomoschus esculentus L. Moench.) Egypt. J. Hort. 10 : 177 - 180 .

El - Hassan, G. M. and P. G. Smith. 1970. The inheritance of mature fruit color in Capsicum pubescens R. & P. HortScience 5 : 174 .

Ellison , J. H. 1986. Asparagus breeding. In M. J. Bassett (Ed.) " Breeding Vegetable Crops " , pp. 521 - 569. Avi Pub. Co. Inc. Westport , Connectiucut .

Ellison , J. H. and J. J. Kinelski. 1985. " Jersey Giant " , an all - male asparagus hybrid. HortScience 20 : 1141 .

El - Sayed , S. A. 1978. Evaluation of tomato vareties for their biogenerating capacity for natural antibiotic , rishitin , in ersponse to infection with Fusarium oxysporum. Egypyt. J. Hort. 5 : 75 - 80 .

El - Shehedi , A. A. 1950. Cytogenetic studies on portulaca oleracea. M. S. thesis , Cairo Univ. 38p .

Emmatty , D. A. and C. A. John. 1971. A quick - dip technique for inoculation of tomato seedlings with tobacco mosaic virus. Plant Dis. Reptr 55 : 375 - 379 .

English , J. E. and D. N. Maynard. 1981. Calcium efficiency among tomato strains. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 552 - 557 .

Epstein , E., R. W. Kingsbury , J. D. Norlyn , and D. W. Rush. 1979. Production of food crops and other biomass by seawater culture. In A. Hollaender (Ed.) The Biosaline Concept " , pp. 77 - 99. Plenum Pub. Comp. , N. Y .

Erwin , A. T. 1929. A systemic study of the peppers (Capsicum frutescens L.). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 26 : 128 - 131 .

Esteva , J. and F. Nuez. 1988. Resistance to yellowing disease in wild relatives of muskmelon. Cucurbit Genrtics Coop. Rep. 11 : 52 - 53 .

Estrada , S., M. A. Mutschler , and F. A. Bliss. 1984. Temperature - influenced instability in a genic male - sterile common bean. HortScienee 19 : 401 - 402 .

Esquinas-Alcazar,J. T.1981.Genetic resources of tomatoes and wild relatives - a global report. International Board for Plant Genetic Resources , Food and Agriculture Organization of the United Nations , Rome. 65p .

Evans , Alice M. 1976. Beans. In N. W. Simmonds (Ed.) " Evolution of Crop Plants " , pp. 168 - 172. Longman , London .

Fadl , F.A. M. 1983. Induced mutations for resistance to rust in beans and peas.Mutation Breeding Newsletter.21: 5.

Fadl , G. M. and H. Burgstaller. 1986. Reduction of tomato leaf curl virus in Sudan through variety selection and insecticide application. Acta Hort. 190 : 159 - 164 .

Farrara , B. F. and R. W. Michelmore. 1987. Identification of new sources of resistamce to downy mildew in Lacuca spp. HortScience 22 : 647 - 649 .

Fassuliotis , G. and B. V. Nelson. 1988. Interspecific hybrids of Cucumis metuliferus x C. anguria obtained through embryo culture and somatic embryogensis. Euphytica 37 : 53 - 60 .

Fatunla , T. and A. Salu. 1977. Breeding for resistance to root - knot nematodes in tomatoes. J. Agr. Sci. , United Kindom 88 : 187 - 191 .

Fawole , I. , W. H. Gabelman , G. C. Gerloff , and E. V. Nordheim. 1982. Heritability of efficiency in phosphorus utilization in beans (Phaseolus vulgaris L.). grown under phosphorus stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 94 - 97 .

Fernandez , G. C. J. and H. K. Chen. 1989. Temperature and photoperiod influence reproductive development of reduced - photoperiod - sensitive mungbean genotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 204 - 209 .

Fery , R. L. 1980. Genetics of Vigna. Hort. Rev. 2 : 311 - 394.

Fery , R. L. and F. P. Cuthbert , Jr. 1973. Factors affecting evaluation of fruitworm resistance in the tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 457 - 459 .

Fery , R. L. and F. P. Cuthbert , Jr. 1974. Resistance of tomato cultivars to the fruitworm , Heliothis zea (Boddie). HortScience 9 : 469 - 470 .

Fery , R. L. and F. P. Cuthbert , Jr. 1975. Antibiosis in Lycopersicon to the tomato fruitworm (Heliothis zea). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 : 276 - 278 .

Fery , R. L. and G. G. Kennedy. 1987. Genetic analysis of 2 - tridecanone concentration , leaf trichome characteristies , and tobacco hornworm resistance in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 886 - 891 .

Fery , R. L. and H. F. Harrison , Jr. 1990. Inheritance and assessment of Bentazon herbicide tolerance in " Santaka " pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 854 - 857.

Fery , R. L. and P. D. Dukes. 1980. Inheritance of root - knot resistance in the cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 671 - 674.

Figdore , S. S. , W. H. Gabelman , and G. C. Gerloff. 1989. Inheritance of potassium efficiency , sodium substitution capacity, and sodium accumulation in tomatoes grown under low - potassium stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 332 - 327 .

Fillippone, E. 1985. In vitro growth and differentiation of tomato (Lycopersicon esculentum) tissue on high level of NaCl (Abstr.) . Genetica Agraria 39 : 323 .

Flavell, R. B. 1987. Recent progress inmolecular biology and its possible impact on potato breeding : an overview. In G. J. Jellis and D. E. Rchardson (Eds) "the Production of New Potato Varieties : Technological Advances" ,pp. 272 - 276. Cambridge Univ. Pr. , Cambridge.

Fletcher, J. T. 1984. Disease of greehouse plants.Longman, London. 351p.

Fobes, J. F. 1987. Progress in tomato biotechnology. Acta Hort. 200 : 91 - 95 .

Foldo, N. E. 1987. Genetic resources : their preservation and utilization. In G. J. Jellis and D. E. Richardson (Eds) " The Production of New Potato Varieties : Technological Advances " , pp. 10 - 27. Cambridge Univ Pr. , Cambridge .

Foy , C. D. , G C. Gerloff , and W. H. Gabelman. 1973. Differntial effects of aluminum on the vegetaive growth of tomato cultivars in acid soil and nutrient solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 427 - 432 .

Frazier , W. A. 1970. Breeding beans tolerant to several bacterial diseases. Bean Improv. Coop. Rep. 13 : 12 - 19 .

Freeman , R. E. and P. W. Simon. 1983. Evidence for simple genetic control of sugar type in carrot (Daucus carota L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 : 50 - 54 .

Gallegly , M. E. 1960. Resistance to the late blight fungus in tomato. In Campbell Soup Copany " Proceedings of Plant Science Seminar " , pp. 113 - 132. Camden , N . J.

Galletta , G.J. 1980. Breeding strawberries for disease resistance . In N. F. Childers (Ed.) " The Strawberry : Cultivars to Marketing " , pp. 193 - 200 . Horticultural Pub. , Gainesville , Florida .

Galletta , G. J. and J. J. Mass. 1990. Strawberry genetics . HortScience 25 : 871 - 879 .

Galletta , G. J. , A. D. Draper , and , and D. H. Scott. 1981. The U.S. Department of Agriculture strawbarry breeding program. HorScience 16 : 743 - 746 .

Ganguly , A. K. and D. R. Dasgupta. 1980. Sequential development of peroxidase (EC 1 - 11 - 1 - 7) and IAA oxidase activities in relation to resistant and susceptible responses in tomatoes to the root - knot nematode , Meloidogyne incognita. Indian J. Nematology 9 (2) : 143 - 151 .

Gates , L. F. and C. D. McKeen . 1972. Reaction of susceptible and resistant tomato genotypes to tobacco mosic virus in southeastern Ontario. Canad. Plant Dis. Survey 52 (2) : 33 - 38 .

Geneif , A. A. 1984. Breeding for resistance to tomato leaf curl virus in tomatoes in the Sudan. Acta Hort. 143 : 469 - 484 .

Gentile , A. G. and Z. Santer . 1971 . Germination of pollen of Lycopersicon spp. and Solanum pennellii on a solid artificial media. Tomato Genet. Coop. Rep. 21: 16 - 18 .

Gentile , A. G. , W. A. Fader , R. E. Young , and Z. Santner. 1971. Suscetibility of Lycopersicon spp. to ozone injury. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 :94 - 96 .

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production. Longman , London. 318 p .

George, W. L. , Jr. 1970. Genetic and environmental modification of determinate plant habit in cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 583 - 586 .

George, W. L. 1971. Influence of genetic background on sex conversion by 2 - chlorethylphosphoic acid in monoecious cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 152 - 154 .

Gilbert, J. C. 1956. The inheritance of resistance to severe root knot from Meloidogyne incognita in tomatoes. (Abstr.) Proc. Hawaii Acad. Sci. 31 :17 .

Gilbert, J. C. and D. C. McGuire. 1956. Inheritance of resistance to severe root knot fron Meloidogyne incognita in commercial type tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68 : 437 - 442 .

Gilbert, J. C. and N.Mohanakumaran. 1969. High tomatine tomato breeding lines. Veg. Improv. Newsletter 11 : 6 .

Giles , J. E. and E. M. Hutton. 1958. Combining resistance to the root knot nematode, Meloidogyne javanica (Treuh.) Aust. J. Agr. Res. 9 : 182 - 192 .

Giordano, L. de B., W. H. Gabelman, and G. C. Gerloff. 1982. Inheritance of differences in calcium utilization by tomatoes under low - calcium stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 664 - 669 .

Globerson, D. and R. Eliasi. 1979. The response of saprol (systemic fungicide) in lettuce species and cultivars and its inheritance. Euphytica 28 : 115 - 118 .

Goertz, S. H. and J. M. Coons. 1989. Germination response of tepary and navey beans to sodium chloride and temperature. HortScience 24 : 923 - 925 .

Goffreda, J. C. , J. C. Steffens, and M. A. Mutschler. 1990. Association of epicuticular sugars with aphid resistance in hybrids with wild tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 161 - 165 .

Gomez , P. L. , R. L. Plaisted , and B. B. Brodie. 1983 . Inheritance of resistance to Meloidogyne incognita , M. javanica , and M. arenaria in potatoes. Amer. Potato J. 60 : 339 - 351 .

Good , D. E. , Jr. and J. C. Snyder. 1988. Seasonal variation of leaves and mite resistance of Lycopersicon in interspecific hybrids . HortScience 23 : 891 - 894 .

Goode, M. J. , T. E. Morelock, and J. E. Bowers. 1988. "Fall Green" spinach. HortScience 23 : 931 .

Gorski, P. M. , A. Jaworski, S. Shannon, and R. W. Robinson. 1986. Rapid TLC and HPLC quantification of cucurbitacin C in cucumber cotyledon. HortScience 21 : 1034 - 1036 .

Gosal, S. S. and Y. P. S. Bajaj. 1983. Interspecific hybridization between Vigna mungo and Vigna radiata through embryo culture. Euphytica 32 : 129 - 137 .

Gothoskar, S. S. , R. P. Scheffer, M. M. Stahmann, and J. C. Walker . 1955 . Further Studies on the nature of Fusarium resistance in tomato. Phytopathology 45: 303 - 307 .

Gottschalk, W. 1983. A Pisum gene preventing flower development umder short - day conditions. Egypt. J. Genet. Cyt. 12 : 385 - 396 .

Gould, W. A. 1974. Tomato production, processing, and quality evaluation. The AVI Pub. Co. , Inc. , Westport, Conn. 445 p.

Grattidge, R. and R. G. O'brien. 1982. Occurrence of a third race of Fusarium wilt of tomatoes in Queensland . Plant Dis . 66 : 165 - 166 .

Green , C. H. and E. C. Stevenson. 1962. Effects of ploidy differenecs on horticultural charactristics in watermelons. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80 : 550 - 555 .

Greenhalgh , J. R. and N. D. Mitchell. 1976. The involvement of flavour volatiles in the resistance to downy mildew of wild and cultivated forms of Brassica oleracea. New Phytologist 77 : 391 - 398 .

Greenleaf , W. H. 1986. Pepper breeding . In M. J. Bassett (Ed.) " Breeding Vegetable Crops " , pp. 67 - 134. Avi Pub. Co. , Inc., Westort , Connecticut .

Greenleaf , W. H. and F. Adams. 1969. Genetic control of blossom. and rot disease in tomatoes through calcium metabolism. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 248 - 250 .

Griffiths , D. W. and D. A. Lawes. 1978. Variation in the crude protein cotent of field beans (Vicia faba L.) in relation to the possible improvement of the crop. Euphytica 27 : 487 - 495 .

Grimbly, P. E. 1981. Variation in the cytoplasm of wild and cultivated tomatoes. In J. Philouze (Ed.) "Gentics and Breeding of Tomato" , pp. 229 - 233. Institut National de la Recherche Agronomiqua, Versalles, France .

Grimbly , P. E. 1981a. The elimination of tomato silvering utilizing a cytoplasmic variant. J. Hort. Sci. 56 : 65 - 69 .

Gritton , E. T. 1986. Pea breeding . In M. J. Bassett (Ed.) " Breeding Vegetable Crops" , pp. 283 - 319. Avi Pub. Co., Inc. Westport, connecticut .

Gueorguiev, H. and B. Atanassova. 1981. New opportunities for using male sterility in tomato . In J. Philouze (Ed.) "Genetics and Breeding of tomato" , pp. 221 - 223 . Institut National de la Recherche Agronomique , Versailles , France .

Gustafsson , I. 1989. Potential sources of resistance to lettuce downy mildew (Bremia lactucae) in different Lactuca species. Euphytica 40 : 227 - 232 .

Hodisoeganda, W. W. and J. N. Sasser. 1981. Resistance of tomato, bean, southern pea and garden pea cultivars to root knot nematodes based on host suitability. Plant Dis. 66 : 145 - 150 .

Haglund, W. A. and W. C. Anderson. 1987. Effect of single plant selection in commercial pea cultivars on bloom dates and on green pea yield for processing. HortScience 22 : 483 - 485 .

Hahn , S. K. Leuschner. 1982. Breeding sweet potato for weevil resistance . In R. L. Villareal and T. D. Griggs (Eds) "Sweet Potato" , pp. 331 - 336. Asian Veg. Res. & Dev. Center , Taiwan .

Hal, J. G. van and W. Verhoeven . 1968. Identification of S - alleles in Brussels sprouts. Brassica meeting of Eucarpia. Horticultural Section : 4 - 6 Sept. 1968 ; Wellesbourne, England. pp. 32 - 33. (Cited from Plant Breed. Abstr. 40 ; Abstr. 3943 ; 1970) .

Halfacre, R. G. and J. A. Barden. 1979. Horticulture . McGraw - Hill Book Co. , N. Y. 722 p .

Hammerschlag , F. and M. E. Mace. 1975. Antifungal activity of extracts from Fusarium wilt suseptible and - resistant tomato plants. Phytopathology 65 : 93 - 94 .

Hammett , H. L. ,T. P. Hernadez, and J. C. Miller. 1966. Inheritance of fiber content in the sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam.) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88 : 486 - 490 .

Hancock , J. F. 1990. Ecological genetics of natural strawberry species. HortScience 25 : 869 - 871 .

Hand , D. W. and R. W. Soffe. 1971. Light - modulated temperture control and the response of greenhouse tomatoes to different CO_2 regimes. J. Hort. Sci. 46 : 381 - 396 .

Hanna , G. G. , A. G. Gentile , and K. A. Kimble. 1961. An improved method for determining resistance to Fusarium stem rot of sweetpototes. Plant Dis. Reptr 45 : 562 - 563 .

Hanna, H. Y. and T. P. Hernandez. 1982. Response of six tomato genotypes under summer and spring weather conditions in Louisiana. HortScience 17 : 758 - 759 .

Hanna, H. Y. , T. P. Hernandez, and K. L. Koonce. 1982. Combining ability for fruit set, flower drop, and underdeveloed ovaries in some heat - tolerant tomatoes. HortScience 17 : 760 - 761 .

Hansche , P. E., R. S. Bringhurst , and V. Voth. 1968. Estimates of genetic and envionmental parameters in the strawberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92 : 338 - 345 .

Hardenburg , E. V. 1949. Potato Production. Comstock Pub. Co., Inc. , Ithaca , N. Y .

Harris , R. E. 1975a . Sub - Arctic Maxi : a large - fruited subarctic - type tomato. Canad. J. Plant Sci. 55 : 853 .

Harris , R. E. 1975b. Sub - Arctic Cherry : a subarctic - type tomato. Canad. J. Plant Sci. 55 : 855 .

Harrison , A. L. 1960. Breeding of disease resistant tomatoes with special emphasis on resistance to nematodes. In Campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Seminar" , pp. 57 - 75 . Camden , N. J.

Hartmann, R. W. 1971. Inheritance of resistance to root - knot nematodes. (Meloidogyne incognita) in beans (Phaseolus vulgaris L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci . 96 : 344 - 347 .

Hashim , M . M. , A. S. El - Beltagy, and R. A. Jones. 1988. Salt tolerance in Lycopersicon esculentum . I. The effect of salinity on growth. Egypt. J. Hort. 15 : 85 96 .

Hashim , M. M. , A. S. El - Beltagy , and R. A. Jones. 1988a. Salt tolerance in Lycopersicon esculentum. II. Ion accumulation patterns . Egypt. J. Hort. 15 : 97 - 106 .

Hassan , A. A. 1970. Inheritance of resistance to Fusarium solani f. phaseoli and Thielaviopsis basicola in Phaseolus vulgaris L. Ph. D. thesis, Cornell univ. 154 p .

Hassan, A. A. and I. A. M. Desouki. 1982. Tomato evaluation and selection for sodium chloride tolerance. Egypt. J. Hort. 9 : 153 - 162 .

Hassan, A. A. and I. A. M. Desouki : 1986. Salinity tolerance in tomato : Evaluation methods and use of wild Lycopersicon species in breeding and in genetic studies. Egypt. J. Hort. 13 : 159 - 170 .

Hassan, A. A. and J. E. Duffus. 1990. A review of observations and investigations on the yellowing and stunting disorder of cucurbits. Emirates J. Agr. Sci. 2 : 1 - 16 .

Hassan, A. A. and K. E. Abdel - Ati . 1986. Assessment of broomrape tolerance in the genus Lycopersicon. Egypt. J. Hort. 13 : 153 - 157 .

Hassan, A. A. , D. L. Strider, and T. R. Konsler. 1968. Application of cotyledonary symptoms in screening for resistance to tomato bacterial camker and in host range studies. Phytopathology 58 : 233 - 239 .

Hassan, A. A. , D. H. Wallace, and R. E. Wilkinson. 1971. Gentics and heritability of resistance to Fusaium solani f. phaseoli in beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 623 - 627 .

Hassan, A. A. , R. E. Wilkinson , and D. H. Wallace. 1971a. Gemetics and heitability of resistance to Thielaviopsis basicola in beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 628 - 630 .

Hassan , A. A. , R. E. Wilkinson , and D. H. Wallace. 1971b. Relationship between genes controlling resistance to Fusarium and Thielaviopsis root rots in beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 631 - 632 .

Hassan, A. A., H. M. Mazyad, S. E. Moustafa, and M. K. Nakhla. 1980. Assessment of tobacco mosaic virus resistance in thirty - seven tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) cultivars and breeding lines. Ain Shams Umiv. , Fac. Agr. , Res. Bul. 1408. 12 p. .

Hassan , A. A. , M. A. El - Sherif , S. E. Moustafa , and G. S. Shola. 1980. Screening tomatoes (Lycopersicon esculentum Mill.) for resistance to root knot nematodes under field and greenhouse conitions. Ain Shams Univ., Fac. Agr. , Res. Bul. 1407. 10 p .

Hassan , A. A. , M. N. Stino , S. E. Moustafa , and N. G. Hanna. 1982. Fusarium wilt race identification and screening for resistance in commercial tomato cultivars and wild Lycopersicon species. Egypt. J. Hort. 9 : 125 - 130 .

Hassan, A. A. , H. M. Mazyad, S. E. Moustafa, and M. K. Nakhla . 1982. Assessment of tomato yellow leaf curl virus resistance in the genus Lycopersicon . Egypt. J. Hort. 9 : 103 - 116 .

Hassan , A. A., H. M. Mazyad , S. E. Moustafa , S. H. Nassar , M. K. Nakhla , and W. L. Sims. 1984. Genetics and heritability of tomato yellow leaf curl virus tolerance derived from Lycopersicon pimpinellifolium . In Eucarpia Tomato Working Group "A New Era in Tomato Breeding",pp. 81 - 87 . Institute for Horticultural Plant Breeding, Wageningen , the Netherlands .

Hassan , A. A., H. M. Mazyad , S. E. Moustafa, S. H. Nassar, M. K. Nakhla, and W. L. Sims. 1984a . Inheritance of resistance to tomato yellow leaf curl virus derived from Lycopersicon cheesmanii and Lycopersicon hirsutum. HortScience 19 : 574 - 575 .

Hassan , A. A. , H. M. Mazyad , S. E. Moustafa, and I. A. M. Desouki. 1985. Yield response of some tomato cultivars to artificial inoculation with tomato yellow leaf curl virus. Egypt. J. Hort. 12 : 55 - 60.

Hassan, A. A. , M. A. Abdel - Fattah, and K. E. Abdel - Ati. 1987. Inheritance of total soluble solids and ascorbic acid content in tomato. Egypt. J. Hort. 14 : 155 - 160 .

Hassan , A. A. , H. Laterrot , H. M. Mazyad , S. E. Moustafa , and M. K. Nakhla. 1987. Use of Lycpersicon peruvianum as a source of resistance to tomato yellow leaf curl virus. Egypt. J. Hort. 14 : 173 -176 .

Hassan , A. A. , M. M. Marghany , and W. L. Sims. 1987. Genetics and physiology of partheoncarpy in tomato. Acta Hort. 200 : 173 - 183 .

Hassan, A. A. , M. A. Al - Afifi, K. Matsuda , A. Koto , and S. Itani . 1989. Sources of salinity tolerance in Lycopersicon species. Bul. Fac. Agr., Univ. Cairo 40 : 605 - 622 .

Hassan , A. A. , U. A. Obaji , M. S. Wafi , N. E. Quronfilah , H. H. Al - Masry , and M. A. El - Rays. 1990. Evaluation of domestic andwild Cucumis melo germplasm for resistance to the yellow stunting disorder . Egypt . J. Hort. 17 :

Hassan , A. A. , M. S. Wafi, N. E. Quronfilah , U. A. Obaji , M. A. El - Rays , and F. Al - Izabi. 1991. Evaluation of

domestic and wild Lycopersicon germplasm for tomato yellow leaf curl vius resistance. Egypt. J. Hort. 18 :

Hawkes, J. G. 1978. Biosystematics of the potato. In P. M. Harris (Ed.) "The Potato Crop : The Scientific Basis for Improvement" ,pp.15 - 69 . Chapman and Hall , Ltd. , London .

Hawkes, J. G. 1990. The potato : evtato : evolution, biodiverstity and genetic resources. Belhaven Pr., London. 259p.

Hawaii Agricultural Experiment Station. 1958. Biennal Report 1956 - 1958 .

Hawthorn , L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakiston Co. , Inc. , N. Y. 626 p .

Hawtin , G. C. and P. D. Hebbelthwaite. 1983. Background and history of faba bean production . In P. D. Hebbelthwaite (Ed.) "The Faba Bean (Vicia faba L.) : a Basis for Improvement" , pp. 3 - 22 . Butterworths, London .

Haynes , R. L. and C. M. Jones . 1975 . Wilting and damage to cucumber by spotted and striped cucumber beetles . HortScience 10 : 265 .

Heck , W. W. , J. A. Dunning , R. A. Reiner , S. A. Prior , M. Rangappa , and P. S. Benepal . 1988. Differential responses of four bean cultivars to chronic doses of ozone. J. Amer. Soc . Hort. Sci. 113 : 46 - 51 .

Hedley , C. L. and M. J. Ambrose . 1981. Designing " leafless" plants for improving yields of the dried pea crop. Adv. in Agron. 34 : 225 - 272.

Hedrick, U. P. (Ed.) 1919. Sturtevant's notes on edible plants . J. B. Lyon Co., Albany. 686 p .

Hedrick, U. P. 1928. Peas of New York . N. Y. State Agr. Exp. Sta., Geneva . 132 p .

Hedrick, U . P. 1931. Beans of New York. N. Y. State Agr. Exp. Sta. , Geneva . 110 p .

Heggestad , H. E. and W. W. Heck. 1971. Nature , extent , and variation of plant response to air pollutants. Adv. Agron. 23 : 111 - 145 .

Heiser , C. B. , Jr. 1974. Peppers (Capsicum spp.) . In J. Leon (Ed.) "Handbook of Plant Introduction in Tropical Crops" , p. 47. Food and Agriculture Orgaization of the United Nations , Rome .

Heiser , C. B. , Jr. 1976. Peppers. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" , pp. 265 - 268. Longman , London .

Helal , R. M. E. 1976. Genetical and physiogical studies on the nature of resistance to Fusarium wilt in watermelon and related species. Ph. D. thesis, Ain Shams Univ. 56 p .

Helal, R. M. and M. E. Zaki. 1981. Effect of 2 , 4 - D and ethephon foliar sprays on induction of pollen sterility in eggplant. Egypt. J. Hort. 8 : 101 - 108 .

Henderson , W. R. 1989. Inheritance of orange flesh color in watermelon. Cucurbit Genetics Cooperative Report 12: 59 - 63 .

Henderson, W. R. and N. N. Winstead. 1961. Reaction of tomato varieties and breedig lines to Fusarium oxysporum f. lycopersici race l. Plant Dis. Reptr 45 : 272 - 275 .

Henshaw , G. G. , J. F. O' hara , and R. J. Westcott. 1980. Tissue culture methods for the storage and utilization of potato germplasm. In D. S. Ingram and J. P. Helgeson (Eds) "Tissue Culture Methods for Plant Pathologists" , pp. 71 - 76. Blackwell Sci. Pub., Oxford .

Hermsen , J. G. Th. 1987. Efficient utilization of wild and primitive species in potato breeding. In G. J. Jellis and D. E. Richardson (Eds) " The Production of New Potato Varieties : Technological Advances" , pp. 172 - 185 . Cambridge Univ. Pr. , Cambridge .

Hermsen , J. G. Th. 1989. Curruent use of potato collections. In A. H. D. Brown , O. H. Frankel , D. R. Mashall, and J. T. Williams (Eds) "The Use of Plant Genetic Resourcces", pp. 68 - 87. Cambrige Umiv. Pr. , Cambridge .

Hernandez, T. P. , J. C. Miller, and M. J. Giamalva . 1965. Inheritance of resistance to root - knot nematode , Meloidogyne incognita group, in tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87 : 412 - 414 .

Hernandez, Travis P. , Teme P. Hernandez, R. J. Constantin, and J. C. Miller. 1965. Inheritance and method of rating flesh color in Ipomoea batatas. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87 : 387 - 390 .

Heringa, R. J. , A. Van Norel , and M. F. Tazelaar. 1969. Resistance to powdery mildew (Erisyphe polygoni D. C.) in peas (Pisum sativum L.). Euphytica 18 : 163 - 169 .

Herrington, M. E. , P. J. Brown, and A. R. Carr. 1986. Introgression as a source of bitterness in watermelon. HortScience 21 : 1237 - 1238 .

Hewitt, J. D. and M. A. Stevens. 1981.Growth analysis of two tomato genotypes differing in total fruit solids content. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 723 - 727 .

Hewitt, J. D. , N. S. Blaker, S. E. Damon, and A. B. Bennett. 1987. The UCD processing tomato breeding program. Acta Hort. 200 : 83-90 .

Hibberd, A. M. , R. E. Stall, and M. J. Bassett. 1988. Quantitatively assessed resistance to bacterial leaf spot in pepper that is simply inherited. Phytopathology 78 : 607 - 612 .

Hille, J. , M. Koorneef , M. S. Ramanna, and P. Zabel. 1989. Tomato : a crop species amenable to improvement by cellular and molecular methods. Euphytica 42 : 1 - 23 .

Hiller, L. K. and J. L, Weigle. 1970. Differential tolerance of several inbreds of onion Allium cepa L. to certain herbicides. J. Amer. Soc. Hort. Sci 95 : 105 - 107 .

Ho, L. C. and J. D. Hewitt. 1986. Fruit development. In J. G. Atherton and J. Rudich (Eds) "The Tomato Crop" , pp. 201 - 239. Chapman and Hall, London .

Hoadley, A. D. 1960. The development of anthracnose resistant tomatoes. In Campbell Soup Copany "Proceedings of Plant Science Seminar" , pp. 19 - 34. Camden, N. J .

Hobson, G. E. 1967. The effects of alleles at The "never ripe" locus on The ripening of tomato fruit. Phytochemistry 6 : 1337 - 1341 .

Hochmuth, G.J. 1984. Variation in calcium efficiency among strains of cauliflower. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 667-672.

Hochmuth, G.J., W.H. Gabelman, and G.C. Gerloff. 1985. A gene affecting tmato root morphology. Hortscience 20: 1099 -1101.

Hoffman, J. C. 1967. Morphological variations of snap bean pods associated with weight loss and wilting. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91: 294-303.

Hoffman, J.C. 1971. Injury of snap bean pods associated with machine harvestng and handling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 21-24.

Hogenboom, N.G. 1973. Breaking breeding barriers in Lycopersicon . 1. The genus Lycopersion, its breeding barriers and the importance of breaking these barriers. Euphytica 21: 221-227.

Hogenboom. N.G. 1972. Breaking breeding barriers in Lycopersicon. 2. Breakdown of self - incompatibility in L. peruvianum (L.) Mill. Euphytica 21: 228-243.

Holmes, F.O. 1960. Control of important viral diseases of tomatoes by the development of resistant varieties. In Campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Seminar", pp. 1-13. Camden, N.J.

Holtzman, O.V. 1965. Effect of soil temperature on resistance of tomato to root-knot nematode (Meloidogyne incognita). Phytopathology 55: 990-992.

Honma, S. and M.J. Bukovac. 1996. Inheritance of gibberellin induced heterostyly in the tomato. Euphytica 15: 363-364.

Honma, S. and M.L. Lacy. 1980. Hybridisation between Pascal celery and parsley. Euphytica 29: 801-805.

Honma, S. and W.L. Summers. 1976. Interspecific hybridization between Brassica napus L. (Napobrassica group) and B. oberacea L. (Botrytis group). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 299-302.

Hosfield, G.L. and M.A. Uebersax. 1980. Variability in physico-chemical properties and nutritional compontents of tropical and domestic dry been germplasm. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 246-252.

Howard, H.W. 1969. Genetics of the potato, Solanum tuberosum. Logos Pr. Limited, London. 126p.

Howard, H.W. 1976. Watercress. In N.W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants", pp. 62-64. Longman, London.

Howard, H.W. 1978. The production of new varieties. In P.M. Harris (Ed.) "The Potato Crop: The Scientific Basis for Improvement", pp. 607-646. Chapman and Hall Ltd, London.

Hucl, P. and G.J. Scoles, 1985. Interspecific hybridization in the common beans, a review. HortScience 20: 352-357.

Hung, C.L. and R.A. Rhode. 1973. Phenol accumulation related to resistance in tomato to infection by root-knot and lesion nematodes. J. Nematology. 5: 353-258.

Hunsperger, M.H., D.B. Helsel, and L.R. Baker. 1983. Silver nitrate induction of staminate flowering in hermaphroditic pickling cucumbers. HortScience 18: 347-349.

Hussain, A., H. Ramirez, W. Bushuk, and W. Roca. 1986. Field bean (Phaseolus vulgaris L.) cultivar identification by electrophoregrams of cotyledon storage proteins. Euphytica 35: 729-732.

Hutton, E.M., M. Milles, and J.E. Giles. 1947. Fusarium wilt of tomato in Australia. 2. Inheritance of field immunity to fusarium wilt in the tomato (Lytcopersicon esculentum). J. Com. Sci. Indust. Res. Aust. 20: 468-474.

Hyams, E. 1962. Strawberry growing complete. Faber & Faber Limited, London. 159p.

Hymowitz, T. 1976. Soybeans, In N.W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants", pp. 159-162. Longman, London.

Ibrahim, M.A.M. 1984. Genetic and physiological studies on heat and cold tolerance in tomatoes. Ph. D. thesis, Cairo Univ. 118p.

Ibarbia, E.A. and D.R. Bienz 1970. The inheritance of number of pods per node in peas, Pisum sativum L.J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 137-139.

Ibarbia, E.A. and V.N. Lambeth. 1969. Inheritance of soluble solids in a large / small-fruited tomato cross. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 496-498.

Iezzoni, A.F. and C.E. Peterson. 1980. Linkage of bacterial wilt resistance and sex expression in cucumber. HortScience 15: 257-258.

Iezzoni, A. F., C. E. Peterson, and G. E. Tolla. 1982. Genetic analysis of two perfect - flowered mutants in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 678 - 681 .

Ilott, T.W., M.E. Durgan, and R.W. Michelmore. 1988. Genetics of virulence in California populations of Bremia lactucae (lettuce downy mildew). Phytopathology 77: 1381-1386.

Ilott, T.W., S.H. Hulbert, and R.W. Michelmore. 1989. Genetic analysis of the gene-for-gene interaction between lettuce (Lactuca sativa) and Bremia lactucae. Phytopathology 79: 888-897.

Imam, M.K. and W.H. Gabelman. 1968. Inheritance of carotenoids in carrots, Daucas carota, L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 419-428.

Imanishi, S. and L. Chen. 1989. Hybridzation between the tomato cultivars and wild species Lycopersicon peruvianum by means of ovule culture. Tomato Genet. Coop. Rep. 39: 17-18.

Inglis, D.A., D.J. Hagedorn, and R.E. Rand. 1988. Use of dry inoculum to evaluate beans for resistance to anthracnose and angular leaf sport. Plant Dis. 72: 771-774.

Innes, N.L. and D.G.A. Walkey. 1979. Gene for resistance to bean common mosaic virus in cvs Seafarer and Aurora of Phaseolus vulgaris. J. Agr. Sci, U.K. 93: 129-131.

Isman, M.B. and S.S. Duffey. 1982. Phenolic compounds in foliage of commercial tomato cultivars as growth inhibitors to the fruitworm, Heliothis zea. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 167-170.

Jacquemond, J. and H. Laterrot. 1981. Behavior of two sources of resistance to CMV towards the tomato necorsis syndrome. (In Fench). In J. Philouze (Ed.) "Genetics and Breeding of Tomato", p. 251-256. Institut National de la Recherche Agronmique, Versailles, France.

Jamwal, R.S. and P.P. Sharma. 1986. Inheritance of resistance to black rot (Xanthomonas campestris pv. campestris)

in cauliflower (Brassica oleracea var botrytis). Euphytica 35: 941-943.

Janoria, M.P. and A.M. Rhodes. 1974. Juice viscosity as related to various juice constituents and fruit characters in tomato. Euphytica 23: 553-562.

Janoria, M.P., A.E. Thompson, and A.M. Rhodes. 1975. Inheritance and evaluation of alcohol insoluble solids of tomatoes as a secondary character in selection for juice viscosity. J. Amer. Soc. Hort. Soc. 100: 219-221.

Jarret, R.L. 1989. A repository for sweet potato gremplasm. Hort Science 24: 886.

Jarret, R.L. and W.J. Florkowski. 1990. In vitro active vs. field genebank maintenance of sweet potato germplasm : major costs and considerations. HortScience 25: 141-146.

Jarret, R.L., H. Sayama, and E.C. Tigchelaar. 1984. Pleiotropic effects associated with the chlorophyll intensifier mutations high pigment and dark green in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 190: 873-787.

Jarret, R.L., E.C. Tighelaar and A.K. Handa. 1984. Ripening behavior of the green ripe tomato mutant. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 190: 712-717.

Jaworski, C.A., R.E. Webb, R.W. Goth, and S.C. Phatak. 1980. Relative resistance of potato cultivars to bacterial wilt. Amer. Potato J. 57: 159-165.

Jellis, G.J. and D.E. Richardson (Eds). 1987. The production of new potato varieties: technological advances. Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 358p.

Jenkins, J.M., Jr. 1962. Brown rib resistance in lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81: 376-378.

Jennings, D.L. 1976. Cassava. In N.W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants", pp. 81-84. Longman, London.

Jennings, D.L. and C.H. Hershey. 1985. Cassava breeding : a decade of progress from international programs. In G.E. Russell (Ed.) "Progress in Plant Breeding", pp. 89-116. Butterworth & Co., London.

Johanson, A.G. 1971. Factors affecting the degree of self-incompatibility in inbred lines of brussels sprouts. Euphytica 20: 561-573.

Johanson, D. and D.E. Knavel. 1990. Inheritance of cracking and scarring in pepper fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 172-175.

Johnson, H.W. and R.L. Bernard. 1962. Soybean genctics and breeding. Adv. Agr. 14: 149-221.

Johnston, T.D. 1974. Transfer of disease resistance from Brassica campestris L. to rape (B. napus L.). Euphytica 23: 681-683.

Jones, A. 1969. Quantitative inheritance of fusarium wilt resistance in sweetpotatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 207-208.

Jones, A. 1986. Sweet potato heritability estimates and their use in breeding. HortScience 21: 14-17.

Quantitative inheritance of ten root traits in sweetpotates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 271 - 275.

Jones, A. and P.D. Dukes. 1988. Longevity of stored seed of sweet potato. HortScience 17: 756-757.

Jones, A., C. E. Steinbauer , and D. T. Pope. 1969. Quantitative inheritane of ten root traits in sweetpotatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 271 - 275 .

Jones, A., M.G. Hamilton, and P.D. Dukes. 1978. Heritability estimates for fiber content, root weight, shape, cracking and sprouting in sweet potato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 374-376.

Jones, A., J.M. Shalk, and P.D. Dukes. 1982. Progress in selection for resistance in sweet potato to soil insects of the WDS complezx. In R.L. Villareal and T.D. Griggs (Eds) "Sweet Potato", pp. 337-343. Asian Veg. Res. & Dev. Center, Taiwan.

Jones, A., P.D. Dukes, and J.M. Schalk. 1986. Sweet potato breeding. In M.J. Bassett (Ed.) "Breeding Vegetable Crops", pp. 1-35. AVI Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Jones, A., J.M. Schalk, and P.D. Dukes. 1987. Control of soil insect injury by resistance in sweet potato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 195-197.

Jones, J.A. 1937. Onion improvement. In United States Department of Agriculture "Yearbook of Agriculture: Better Plants and Animals II", pp. 233-250. Wash., D.C.

Jones, H.A. and A.E. Clarke. 1943. Inheritance of male sterility in the onion and production of hybrid seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 43: 189-194.

Jones, H.A. and L.K. Mann. 1963. Onions and their allies. Interscience Pub. Inc., N. Y. 286p.

Jones, J.K. 1976. Strawberry. In N.W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants", pp. 237-242. Longman, London.

Jones, J.P. and S.S. Woltz. 1973. Effect of amino acids on development of Fusarium wilt of resistant and susceptible tomato cultivars. Proc. of the Annual Meeting of the Florida State Horticultural Society 148-157.

Jones, J.P., A.J. Overman, and P. Crill. 1976. Failure of root-knot nematode to affect Fusarium wilt resistance of tomato. Phytopathology 66: 1339-1341.

Jones, R.A. 1986. High salt tolerance potential in Lycopersicon species during germination. Euphytica 35: 575 - 582.

Jones, R.A. and S.J. Scott. 1983. Improvement of tomato flavor by genetically increasing sugar and acid contents. Euphytica 32: 845-855.

Jones, R. A. and S. J. Scott. 1984. Genetic potential to improve tomato flavor in commercial F1 hybrids. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 318-321.

Joshi, A.B., V. R. Gadwal, and M.W. Hardas. 1974. Okra. In J. Hutchinson (Ed.) " Evolutionary Studies in World Crops", pp. 101-107. Cambridge Univ. Pr., Cambridge.

Juvik, J.A. and M.A. Stevens. 1982. Physiological mechanisms of host-plant resistance in the genus Lycopersicon to Heliothis zea and Spodoptera exigua, two insect pests of the cultlivated tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 1065-1069.

Juvik, J. A., M. A. Stevens, and C. M. Rick. 1982. Survey of the genus Lycopersicon for variabillity in alpha-

tomatine content. HortScience 17: 764-766.

Juvik, J.A. and M.A. Stevens. 1982a. Inheritance of foliar alpha-tomatine content in tomatoes. J.Amer. Soc. Hort. Sci. 107: 1061-1065.

Kogan-Zur, V., D. Yaron-Miron, and Y. Mizrahi. 1991. A study of triploid tomato fruit attributes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 228 - 231 .

Kalloo. 1985. Tomato. Allied Pub. Private Limited, New Delhi . 470p.

Kalloo, R. K. Jain, and D. S. Bhatti.1978. Inheritance studies on resistance to root - knot nematodes in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.). Zeitschrift fur Pflanzenzuchtung 81 : 281 - 284.

Kaname, T. ,T. Itagi, and M. Mochizuki. 1969. Experiments on controlling fruit malformation in tomatoes. II. The effect of sunshine before and after flowering on the occurrence of hollow fruits. (In Japanese). Kanagawa Hort. Exp. Sta. , 1969 , No. 17, pp. 52 57. (Cited from Hort. Abstr. 41 : Abstr. 1500 ; 1971) .

Kamps , T. L. , T. G. Isleib , R. C. Herner , and K. C. Sink. 1987. Evaluation of techniques to measure chilling injury in tomato. HorScience 22 : 1309 - 1312.

Kartz , A. and M. Tal. 1980. Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato : proline accumulation in callus tissue of Lycopersicon esculentum and L . peruvianum. Z. Pflanzenphysiol. Bd. 98. 429 - 435 .

Kasrawi , M. A. 1977. Effect of silver nitrate on sex expression and pollen viability in parthenocarpic cucumber (Cucumis sativus L.). Dirasat 15 (11) : 69 - 78.

Kasrawi , M. A. 1989. Inheritance of resistance to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) in Lycopersicon pimpinellifolium. Plant Dis. 73 : 435 - 437 .

Kasrawi, M. A. and B.E. Abu - Irmaileh. 1989. Resistance to branched broomrape (Orobanche ramosa) in tomato germplasm. HorScience 24 : 822 - 824.

Kasrawi , M. A. , M. A. Suwwan , and A. Mansour. 1988. Sources of resistance to tomato - yellow - leaf - curl - virus (TYLCV) in Lycopersicon species. Euphytica 37 : 61 - 64 .

Kauffman, C. S. and R.L. Lower. 1976. Inheritance of an extreme dwarf plant type in the cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 150 - 151 .

Kaukis, K. and D. W. Davis. 1986. Sweet corn bereeding. In M. J. Bassett (Ed.) "Breeding Vegetable Crops" , pp. 475 - 519. Avi Pub. Co. , Inc. , Westport , Connecticut.

Kaushal , R. P. and B. M. Singh. 1988. Interspspecific hybridizatation between urdbean (Vigna mungo (L.) Hepper) and adzuki bean (Vigna angularis (Willd.) Ohwi and Ohashi). Euphytica 39 : 53 - 57 .

Kay , D.E. 1973. Root crops. The Tropical Products Institute , London . 245 p.

Kean, D. and J. R. Baggett. 1986. The inheritance of parthnocarpy in Oregon T5 - 4 tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 596 - 599 .

Kelly , J.F. 1971. Genetic varation in the methionine levels of mature seeds of common bean (Phaseolus vulgaris L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 561 - 563 .

Kemp , G. A. 1968. Low - temperature growth responses of the tomato. Canad. J. Plant Sci. 48 : 281 - 286 .

Kenigsbuch , D. and Y. Cohen. 1989. Independent inheritance of resistance to race 1 and race 2 of Sphaerotheca fuliginea in muskmelon. Plant Dis. 73 : 206 - 208 .

Kenigsbuch, D. and Y. Cohen. 1989. Inheritance of resistance to downy mildew in a gynoecious muskmelon. Plant Dis. 73 : 994 - 996.

Kern, H. 1952. On the relations between the alkaloid content of different tomato varieties and therir resistance to Fusarium lycopersici. (In German). Phytopath. Z. 19 : 351 - 382 (Cited from Rev. Appl. Myc. 32 : Abstr. 285; 1953) .

Kerr , E. A., E. Kerr , Z. A. Patrick and J. W. Potter. 1980. Linkage relation of resistance to Cladosporium leaf mold (Cf-2) and root - knot nematodes (Mi) in tomato and a new gene for leaf mold resistance (Cf - 11). Canad. J. Genet. Cyt. 22 : 183 - 186.

Keyworth , W.G. 1963. The reaction of monogenic resistat and susceptible varieties of tomato to inoculation with Fusarium oxysporum f. lycopersici into stems through Bonny Best root stocks. Ann. Appl. Biol. 52: 257 - 270 .

Khalf - Allah , A. M., H. M. Badr, and I. A. Abou - El - Fadl. 1982. Recurrent selection for improving some economical charaters in chili pepper (Capsicum minimum Roxb.) Egypt. J. Hort. 9 : 225 - 231 .

Khalil, R. M. H. 1974. Gentical and physiological stuies on some pepper varieties. M.S. Thesis, Ain Shams Univ. 87p.

Khan, I.A. , L.F. Lippert , M. O. Hall, and G. E. Jones. 1988. A simple procedure and the gentic potential for rooting of stem cuttings in muskmelon. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 11 : 43 - 48 .

Kim, S. K. and J. L. Brewbaker. 1987. Inheritance of resistance of sweet corn inbred IL 677a to Puccinia sorghi Schw. HortScience 22 : 1319 - 1320 .

Kisha, J. S. A. 1981. Observations on the trapping of the white fly Bemisia tabaci by grandular hairs on tomato leaves. Annals of Applied Biology 97 : 123 - 127.

Kitchen, J. W. , E. E. Burns , and B. A. Perry. 1965. Calciun oxalate content of spinach (Spinacia oleracea L.).Amer. Soc. Hort. Sci. 84 : 441 - 445.

Kooistra , E. 1971. Germinability of beans (Phaseolus vulgaris L.) at low temperatures. Euphytica 20 : 208 - 213 .

Kooistra , E. 1971. Inheritanee of fruit and skin colours in powdery midew resistant cucumbers (Cucumis sativus L.). Euphytica 20 : 521 - 523 .

Kopelivitch , E. , H. D. Rabinowitch, Y. Mizrahi, and N. Kedar. 1981. Mode of inheritance of Alcobaca , a tomato fruit - ripening mutant. Euphytica 30 : 223 - 225.

Kopeliovitch , E. , Y. Mizrahi , H. D. Rabinowitch , and N. Kedar. 1982. Effect of the fruit - ripening mutant genes rin and nor on the flavor of tomato fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 361 - 362 .

Korban , S. S. , D. P. Coyne , and J. L. Weihing. 1981. Evalution , variation , and genetic control of seed - coat whiteness in dry beans (Phaseolus vulgaris L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 575 - 579 .

Krarup , A. and D. W. Davais. 1970. Inheritance of seed yield and its components in a six - parent diallel cross in peas. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 795 - 797.

Kuhn , C. W. , S. D. Wyatt , and B. B. Brantley. 1981. Genetic control of symptoms , movement , and virus accumulation in cowpea plants infected with cowpea chlorotic mottle virus. Phytopathology 71 : 1310 - 1315 .

Kumar , H. ad R. B. Singh. 1981. Genetic analysis of adult resistance to powdery mildew in pea (Pisum sativum L.). Euphytica 30 : 147 - 151 .

Kumar, O. A. , R. C. Panda , abd K. G. Raja Rao. 1988. Cytogenetics of interspecific hybrids in the genus Capsicum L. Euphytica 39 : 47 - 51.

Kuo , C. G. and B. W. Chen. 1980. Physiological responses of tomato cultivars to flooding. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 751 - 755 .

Kuo , C. G. , B. J. Shen , H. M. Chen , H. C. Chen , and R. T. Opena. 1988. Associations between heat tolerance , water consumption , and morphological charcters in chinese cabbage. Euphytica 39 : 65 - 73.

Kuo , C. G. , B. W. Chen, M. H. Chou, C. L. Tsai , and T. S. Tsay. 1979. Tomato fruit set at high temperatures. In Asian Vegetable Research and Development Center "Proceedings of the 1 st International Symposium on Tropical Tomato" , pp. 94 - 108. Shanhua , Taiwan.

Kuo , C. G. , J. S. Tsay , B. W. Chen , and P. Y. Lin. 1982. Screening for flooding tolerance in the genus Lycopersicon. HortScience 17 : 76 - 78 .

Kupper , R. S. and J. E. Staub. 1988. Combining ability between lines of Cucumis sativus L. and Cucumis sativus var. hardwickii (R.) Alef. Euphytica 38 : 197 - 210.

Kwan, S. C., A. R. Hamson, and W. F. Campbell. 1969. Storage conditions for Allium cepa L. pollen. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 569 - 570 .

Kwan , S. C. , A. R. Hamson , and W. F. Campbell. 1969a. The effects of different chemials on pollen germination and tube growth in Allium cepa L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 561 - 652.

Laemmlen , F. F. and K. S. Mayberry. 1984. Broccoli resistance to downy mildew. Calif. Agr. 38 (11 - 12) : 17.

Laferriere , L. and W. H. Gabelman. 1968. Inheritance of color , total carotenoids , alpha - carotene , and beta - carotene in carrots, Daucus carota L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93 : 408 - 418 .

Lange , W., H. Toxopeus, J. H. Lubberts , O. Dolstra , and J. L. Harrewijn . 1989. The development of Raparadish (x Brssicoraphanus , 2n : 38) , a new cop in agriculture . Euphytica 40 : 1 - 14 .

Lordizabal , R. D. and P. G. Thompson . 1988 . Hydroponic cullture grafting , and growth regulators increase flowering in sweet potato. HortScience 23 : 993 - 995 .

Latrdizabal , R. D. and P.G. Thompson. 1990. Growth regulators combined with grafting increase flower number and seed production in sweet potato. HortScience 25 : 79 - 81.

Laterrot, H. 1973. Resistance to tobacco mosaic virus in tomato. Difficulties encountered in the selection of resistant varieties. (In French). Annales de l' Amelioration des Plantes 23 : 287 - 313 .

Laterrot , H.1977. Resistance of tomatoes to tobacco mosaic virus . The present position of breeding. (In French). Pepinieristes , Horticulteurs, Maraichers 175 : 13 - 17 .

Laterrot , H. 1990. An EEC Programme to improve the resistance of the tomato to tomato yellow leaf curl virus. 11 th Meeting of the Tomato WorKing Group of Eucarpia, Torremolinos , Malaga, Spain, March - 68, 1990.

Laterrot , H. and J. Philouze. 1984. Recombination between resistance to patho type 1 (I - 2 allele) and susceptibility to patho type O (I + allele) ofFusarium oxysporium f. sp. lycopersici in tomato (Lycopersicon
carpia Tomato Working Group "A new Era in Tomato Breeding" , pp. 70 - 74. Institute for Horticultural Plant Breeding, Wageningen , the Netherlands.

Laterrot , H. and K. M. Makkouk. 1983. Selection for partial resistance to tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). Tomato Genet. Coop. Rep. 33 : 4 - 5 .

Laterrot , H. , M. Bordat , M. Renand , and A. Moretti. 1987. Various levels of leafminer resistance in Lycopersicon genus. Tomato Genet. Coop. Rep. 37 : 47 - 49 .

Lauchi , A. and E. Epstein. 1984. Mechanisms of salt tolerance in plants. Calif. Agr. 38 (10) : 18 - 20 .

Lawes, D. D. , D. A. Bond and M. H. Poulsen. 1983. Classification , origin , breeding methods and objectives. In P. D. Hebbelethwaite (Ed.) "The Faba Bean (Vicia faba L.) : a Basis for Improvement" , pp. 23 - 76. Butterworths , London .

Lazarte , J. and S. A. Garrison . 1980. Sex modification in Asparagus officinalis L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 691 - 694.

Lelbeda , A. 1985. Differences in resistance of wild Lactuca species to natural infection of lettuce powdery mildew (Erysiphe cichoracearum). Euphytica 34 : 521 - 523 .

Lecouviour, M. , M. Pitrat , and G. Risser . 1990. A fifth gene for male steritily in Cucumis melo. Cucurbit Genet . Coop. Rep. 13 : 34- 35 .

Lee , C. W. and J. Janick. 1978. Inheritance of seedling bitterness in Cucumis melo L. HortScicence 13 : 193 - 194 .

Lee , C. Y. and R. W. Robinson . 1980. Influence of the crimson gene (og^c) on vitamin A content of tomato. HortScience 15 : 260 - 261 .

Lemke , C. A. and M. A. Mutschler. 1984. Inheritance of glandular trichomes in crosses between Lycopersicon esculentum and Lycopersicon pennellii. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 592 - 596 .

Leonard , M. F. , L. C. Stephens , and W. L. Summers. 1987. Effect of maternal genotype on development of Phaseolus vulgaris L. x P. lunatus L. interspecific hybrid embryos. Euphytica 36 : 327 - 332 .

Lester, G. E. , L. R. Bakar , and J.F. Kelly. 1982 . Physiology of sugar accumulation in carrot breeding lines and cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 381 - 387 .

Leung , H. , X.- K. Niu, E. H. Erickson , and P. H. Williams. 1983. Selection and genetics of nectary development in cytoplasmic male sterile Brassica campestris. J. Amer. Sor. Hoc. Hort. Sci. 108 : 702 - 706 .

Levy , A., H. D. Rabinowitch , and N. Kedar. 1978. Morphological and physiologial characters affecting flower

drop and fruit set of tomatoes at high temperatures. Euphytica 27 : 211 - 218 .

Lewis , C. F. and M. N. Christiansen. 1981. Breeding plants for stress environments. In K. J. Frey (Ed.) " Plant Breeding II" , pp. 151 - 177. The Iowa State Univ. Pr. , Ames.

Li, H.P. , R. W. Goth, and T. H. Barksdale. 1988. Evaluation of resistance to bacterial wilt in eggplant. Plant Dis. 72 : 437 - 439 .

Li , L. 1982. Breeding for increased protein content in sweet potatoes. In R. L. Villareal and T. D. Griggs (Eds) "Sweet Potato" ,pp . 345 - 354. Asian Veg. Res. &Dev. Center, Taiwan .

Li , P. H. and A. Fennell. 1985. Potato frost hardiness. In P. H. Li (Ed.) "Potato Physiology" ,pp. 457 - 479. Academic Pr., N. Y.

Li, Y. - M. and W. H. Gabelmen. 1990. Inheritance if calcium use efficiency in tomatoes grown umder low - calcium stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 835 - 838 .

Libert, B. 1987. Genotypic and non - genetic varition of oxalate and malate content in rhubarb (Rheum spp. L.) . J. Hort. Sci. 62 : 513 - 521 .

Libert , B. and C. Creed. 1985. Qxalate Content of seventy - eight rhubarb cultivars and its relation to some other characters. J. Hort. Sci. 60 : 257 - 261 .

Lin , S. S. - M. 1982. The genetics, breeding and physiology of parthenocrpy in Lycoersicon esculentum Mill. (tomato). Diss. Abstr. International, B 42 (9) 3514B. (Cited from Plant Breed. Abstr. 52 : Abstr. 7999 ; 1982) .

Lin, S. , W. L. George, and W. E. Splittstoesser. 1984. Expression and inheritance of parthennocarpy in "Severianin" tomato. J. Hered. 75 : 62 - 66 .

Lindhout, P. and C. Purimahua. 1988. Use of L. peruvianum LA 1708 and LA 2172 as bridge between L. esculentum and L. peruvianum. Tomato Genet. Coop. Rep. 38 : 29.

Lippert, L. F. and M. O. Hall. 1982. Heritabilities and correlation in muskmelon from parent - offspring regression analysis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 217 - 221 .

Lippert, L. F., P. G. Smith, and B. O. Bergh. 1966. Cytogenetics of the vegetable crops: garden pepper, Capsicum sp. Bot. Rev. 32 : 24 - 55 .

Lot, H., B. Delecolle , and H. Lecoq. 1983. A whitefly - transmitted virus causing muskmelon yellows in France. Act. Hort. 127 : 175 - 182 .

Lobo, M. and O. Marulanda. 1989. Crossibility of LA 1708 and interspecific hybrids as genetic bridge between L. peruvianum and L. esculentum. Tomato Genetics Coop. Rep. 39 : 23 - 24 .

Lobo, M., M. J. Bassett and L. C. Hannath. 1984. Inheritance and characterization of the fruit ripening mutation in "Alcobaca" tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 741 - 475 .

Lobo, M., A. Bustillo, J. I. Escobar and L. E. Pelaez. 1987. Whitefly (Trialeurodes vaporariorum) resistance in Lycopersicon hirsutum. Tomato Genet. Coop. Rep. 37 : 51 .

Lopo, M., A. Bustillo, J.I. Escobar, and L. E. Pelaez. 1987a. Whitefly (Trialeurodes vaporariorum) resistance in accessions of L. pennellii. Tomato Genet. Coop. Rep. 37 : 50 .

Lower, R. L. and A. E. Thompson. 1967. Inheritance of acidity and soluble solids content of small - fruited tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 486 - 494 .

Lower, R. L. and M. D. Edwards. 1986. Cucumber breeding. In M. J. Bassett (Ed.) " Breeding Vegetable Crops ", pp. 173 - 207. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn .

Loy, J. B. 1988. Improving seed yield in hull - less seeded strains of Cucurbita pepo. Cucurbit Genetics Coop. Rep. 11 : 72 - 73 .

Lundergan, C. A. and J. N. Moore. 1975. Inheritance of ascorbic acid content and color intensity in fruits of strawberry (Fragria x ananassa Duch.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 : 633 - 635 .

Lyons, M. E., M. H. Dickson, and J. E. Hunter. 1987. Recurrent selection for resistance to white mold in Phaseolus species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 149 - 152 .

Machado, V. S., S. C. Phatak, and I. L. Nonnecke. 1982. Inheritance of tolerance of the tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) to metribuzin herbicide. Euphytica 31 : 129 - 138 .

Maclean, D. J., J. A. Sargent, I. C. Tommerup, and D. S. Ingram. 1974. Hypersensitivity as the primary event in resistance to fungal parasites. Nature 249 (5453) : 186 - 187 .

Medzharova, D. Zh, G. Kh. Georgiev, E. I. Benbasat, M. G. Bubarova, and I. M. Chavdarov. 1971. New forms of parsely and celery produed by the method of intergeneric hybridization. (In Russian). Dok - lady Vesesoyuznoi Ordena Lenina Akademii Sel' skokhozyaistvennykh Nauk Imeni V. I. Lenina (1971) No. 11: 21 - 24 . (Cited from Plant Breed. Abstr. 42 : Abstr. 3767; 1972) .

Magruder, R. 1937. Improvement in the leafy cruciferous vegetables. In Unitded States Department of Agriculture "Yearbook of Agriculture : Better Plans and Animals II" ,pp. 283 - 299. Wash. , D. C .

Mahmoud, M. H., A. S. El - Beltagy, R. M. Helal, and M. A. Maksoud. 1986. Tomato variety evaluation and selection for salt tolerance. Acta Hort. 190 : 559 - 566 .

Mahmoud, M. H. , R. A. Jones, and A. S. El - Beltagy. 1986. Compative responses to high salinity between salt sensitive and salt - tolerant genotypes of tomato. Acta Hort. 190 : 533 - 543 .

Maiero, M., T. J. Ng, and T. H. Barksdale. 1989. Combining ability estimates for early blight resistance in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 118 - 121 .

Maiero, M., T. J. Ng, and T. H. Barkdale. 1990. Genetic resistance to early blight in tomato breeding lines. HortScience 25 : 344 - 346 .

Maisonneuve, B. and J. Philouze. 1982. Effect of low night temperatures on a varietal collection of tomato (Lycopersicon esculetum Mill.) II. Study of pollen quantity and quality. Agronomie 2 : 453 - 458 .

Maisonneuve, B. , N. G. Hogenboom, and A. P. M. Den Nijs. 1986. Pollen selection in breeding tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) for adaptaion to low temperature. Euphytica 35 : 983 - 992 .

Makkouk, K. M. 1978. A study of tomato viruses in the Jordan Valley with special emphasis on tomato yellow leaf curl. Plant Dis. Reptr. 62 : 259 - 262 .

Makkouk, K. M. and H. Laterrot. 1983. Epidemiology and cotrol of tomato yellow leaf curl virus . In R. T. Plumb andJ. M. Thresh (Eds) " Plant Virus Epidemiology" ,pp. 315 - 321. Blackwell Sci. Pub., Oxford.

Makmur, A., G. C. Gerloff, and W. H. Gabelman. 1978. Physiology and inheritance of efficiency in potassium utilization in tomatoes grown under potassium stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 : 545 - 549 .

Maksoud, M. A., A. A. Hassan, K. A. Okasha, and R. Khalil. 1975. Inheritance of vitamin C content in the pepper fruit. Annals Agr. Sci., Ain Shams Univ.

Maksoud, M. A., A. A. Hassan, and R. Khalil. 1975. Inheritance of the number of locules and wall thickness in the pepper fruit. Zagazig J. Agr. Res. 2 : 183 - 189.

Maksoud, M. A., A. A. Hassan, E. K. Allam, A. K. A. Selim, and H. R. Nazeem. 1975. Nature of resistance to tobacco mosaic virus in tomato, Lycopersicon esculentum Mill. Moshtohor Annals of Agr. Sci. 4 : 1 - 8 .

Maksoud, M. A., A. A. Hassan, and R. Khalil. 1977. Inheritance of fruit weight, size, and dimentions in pepper, Capsicum annuum L. Zagazig J. Agr. Res. 4 : 53 - 63 .

Malis - Arad, S., S. Didi, Y. Mizrahi, and E. Kopeliovitch. 1983. Pectic substauces changes in soft and firm tomato cultivars and in non - ripening mutants. J. Hort. Sci. 58 : 111 - 116 .

Maluf, W. R. and E. C. Tigchelaar. 1980. Responses associated with low temperature seed germinating ability in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 280 - 283 .

Maluf, W. R. and E. C. Tigchelaar. 1982. Relationship between fatty acid composition and low - temperature seed germination in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 620 - 623 .

Mann, L. K. 1962. Morphological characteristics affecting reproductive processes in plants. In Campbell Soup Company " Proceedings of Plant Science Symposium " , pp. 201 - 210. Camden, N. J.

Mann, L. K. and J. Robinson. 1950. Ferttilization, seed development and fruit growth as related to fruit set in cantaloupe. Amer. J. Bot. 37 : 685 - 697 .

Mann, L. P. and G. W. Woodbury. 1969. The effect of flower age, time of day and variety on pollen germination of onion, Allium cepa L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 102 - 104 .

Mapelli, S. , G. Torti, M. Bandino, and G. P. Soressi. 1979. Effects of GA_3 on flowering and fruit- set in a mutant of tomato. HortScience 14 : 736 - 737 .

Marco, S. 1975. Chlorophyll content of tomato yellow leaf curl virus - infected tomatoes in relation to virus resistance. Phytoparasitica 3 : 141 - 144 .

Martin, F. W. 1982. Analysis of the incompatibility and sterility of sweet potato. In R. L. Villareal and T. D. Griggs (Eds) " Sweet Potato " ,pp. 275 - 283. Asian Veg. Res. & Dev. Center, Taiwan.

Martin, F. W. and A. Jones. 1986. Breeding sweet potatoes. Plant Breed. Rev. 4 : 313 - 345 .

Martyn, R. D. and D. Netzer. 1991. Resistance to races 0,1, and 2 of fusarium wilt of watermelon in Citrullus sp. P.I.296341-FR. HortScience 26 : 429 - 432 .

Marx, G. A. and W. Mishanec. 1962. Inheritance of ovule number in Pisum sativum L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80 : 462 - 467 .

Mass, J. L., G. J. Galletta, and G. D. Stoner. 1991. Ellagic acid, an anticarcinogen in fruits, especially in strawberries : a review. HortScience 26 : 10 - 14 .

Matthews, R. F., P. Crill, and D. S. Burgis. 1973. Ascorbic acid content of tomato varieties. Proc. Fla State Hort. Soc. 86 : 242 - 245 .

Matsubara, S. 1980. Overcoming self - incompatibility in Raphanus sativus L. with high temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 842 - 846 .

Matsubara, S. 1984. Overcoming the self - incompatibility of Raphanus sativus by application of plant hormones, amino acids and vitamines, and by temperature treatment of pollen. Euphytica 33 : 113 - 121 .

Matta, A., I. A. Gentile, and I. Giai. 1968. Variations in soluble phenol content induced by F. oxysporum f. lycopersici in susceptible and resistant tomato plants. (In Italian). Ann. Fac. Sci. Agrar. Univ. Torino 1968 : 4 : 17 - 32 (Cited from Plant Breed. Abstr. 41: Abstr. 6446; 1971).

Maynard, D. N. and A. V. Barker. 1974. Nitrate accumulation in spinach as influenced by leaf type. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 : 135 - 138 .

Mazyad, H. A., A. A. Hassan, M. K. Nakhla, and S. E. Moustafa. 1982. Evaluation of some wild Lycopersicon species as sources of resistance to tomato yellow leaf curl virus. Egypt. J. Hort. 9 : 241 - 246 .

McArdle, R. N. and J. C. Bouwkamp. 1980. The use of gelatin capsules in controlled pollinations. Euphytica 29 : 819 - 820 .

McCollum, G. D. 1968. Heritability and gentic correlation of soluble solids, bulb size, and shape in white sweet spanish onion. Canad. J. Genet. 10 : 508 - 514 .

McCollum, G. D. 1971. Greening of carrot roots (Daucus carota L.) : estimates of heritability and co lation. Euphytuca 20 : 549 - 560 .

McCollum, G. D. 1976. Onion and allies. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" .p. 186 - 190 . Longman, London .

McCollum, T. G., D. J. Cantliffe , and H. S. Paris. 1987. Flowering, fruit set, and fruit develop nt in birdnest - type muskmelons. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 161 - 164 .

McCreight, J. D. 1986. Pre-anthesis classification of muskmelon segregating for male - sterility. HortScience 21 : 536 - 537 .

McCreight, J. D. 1987. Resistance in wild lettuce to lettuce infectious yellows virus. HortScience 22 : 640 - 642 .

McCreight, J. D. and G. W. Elmstrom. 1984. A third muskmelon male - sterile gene. HortScience 19 : 268 - 270 .

McCreight, J. D. and A. N. Kishaba. 1991. Reaction of cucurbit species to squash leaf curl virus and sweetpotato

whitefly. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 137 - 141.

McCreight, J. D., A. N. Kishaba, and K. S. Mayberry. 1986. Lettuce infectious yellows tolerance in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111 : 788 - 792 .

McCreight, J. D., M. Pltrat, C. E. Thomas, A. N. Kishaba, and G. W. Bohn. 1987. Powdery mildew resistance genes in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci 112 : 156 - 160 .

McGlasson, W. B., J. H. Last, K. J. Shaw, and S. K. Meldrum. 1987. Influence of the non-ripening mutants rin and nor on the aroma of tomato fruit. HortScience 22 : 632 - 634 .

McGrath, D. J. 1988. Resistance to fusaium wilt race 3 in L. pennellii. Tomato Genet. Coop. Rep. 38 : 37 .

McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. D. A., Agr. Handbook No. 496. 411p.

McGuire, D. C. 1952. Storage of tomato pollen. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60 : 419 - 424 .

McLeod, J. M., W. Witcher, W. M. Epps, and M. L. Robbins. 1983. Resistance of okra plant introductions to root knot nematode and fusarium wilt. HortScience 18 : 249 - 250 .

McNamara, S. T. and C. A. Mitchell. 1989. Differential flood stress resistance of two tomato genotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 976 - 980.

McNamara, S. T. and C. A. Mitchell. 1990. Adaptive stem and adventitious root responses of two tomato genotypes to flooding. HortScience 25 : 100 - 103

McNaughton, I. H. 1976. Turnip and relatives. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" , pp. 45 - 48. Longman, London .

McNaughton. I. H. 1976a. Swedes and rapes. In N. W. simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" ,pp. 53 - 56. Longman, London .

Medina Fiho, H. P. and M. A. Stevens. 1980. Tomato breeing for nematode resistance : survey of resistant varieties for Hoticultural characteristics and genotype of acid phosphates. Acta Hort. 100 : 383 - 393 .

Mendoza, H. A. and R. L. Sawyer. 1985. The breeding program at the international Potato Center (CIP). In G. E. Russell (Ed.)" Progress in Plant Breeding, Vol. 1" ,pp. 117 - 137. Butterworth & Co., London .

Menon, R. and L. Schachinger. 1957. The role of phenol in the resistance of tomato plants to infection. (In German). Ber dtsch. bot. Ges. 70 : 11 - 20 . (Cited from Plant Breed. Abstr. 27 : Abstr. 3550; 1957).

Mero, C. E. and S. Honma. 1985. Inheritance of bolting resistance in an interspecific chinese cabbage x turnip cross. HortScience 20 : 881 - 882.

Mersie, W., T. Mebrahtu , and M. Rangappa. 1990. Evaluation of bean introductions for ozone insnsitivity. HortScience 25 : 1581 - 1581 .

Michalska, A. M. 1985. Low temperature germination in Lycopersicon. Tomato Genet. Coop. Rep. 35 : 7 - 8 .

Miedema, P. ,P. J. Groot and J. H. M. Zuidgeest. 1980. Vegetative propagation of Beta vulgaris by leaf cuttings. Euphytica 29 : 425 - 432 .

Miller , A. N. , T. J. Ng and T. H. Barksdale. 1983. Inheritance and heritability of resistance to tomato anthracnose caused by Colletotrichum dematium. J. Amer. Soc. Hort. Sci.108 : 1020 - 1023 .

Miller, J. C., Jr., L. R. Baker, and D. Penner. 1973. Inheritance of tolerance to choramben methyl ester in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 386 - 389 .

Miller, J. C., Jr. and J. E. Quisenberry. 1976. Inheritance of time to flowering and its relationship to crop maturity in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 497 - 500 .

Miler, J. C. Jr., K. W. Zary and G. C. J. Fernandez. 1986. Inheritance of N_2 fixation efficiency in cowpea. Euphytica 35 : 551 - 560 .

Minges, P. A. (Ed.) . 1972. Descriptive list of vegetable varieties. Amer. Seed Trade Assoc., Wash. , D. C. 194p.

Misaghi , I. J., R. G. Grogan, and F. V. Westerlund. 1981. A laboratory method to evaluate lettuce cultvars for tipburn tolerance. Plant Dis. 65: 342 - 344 .

Mahmmed, M. A., A. A. Hassan, I. I. Oksh, and R. Hilal. 1981. Nature of resistance to Fusarium wilt in watermelon. Egypt. J. Hort. 8 : 1 - 12 .

Mohapatra, D. and Y. P. S. Bajaj. 1988. Hybridization in Brassica juncea x Brassica campestris through ovary culture. Euphytica 37 : 83 - 88 .

Mohr, H. C. 1986. Watermelon breeding. In M. J. Bassett (Ed.) " Breeding Vegetable Crops" , pp. 37 - 66 . Avi Pub. Co., Inc. , Westport, Connecticut.

Mohr, H. C. and M. S. Sandhu. 1975. Inheritance and morphology traits of a double recessive dwarf in watermelon, Citrullus lanatus (Thunb.) Mansf. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 : 135 - 137 .

Monteiro, A. A., W. H. Gabelman, and P.H. Williams. 1988. Use of sodium chloride solution to over-come self-incompatibility in Brassica campestris. HortScience 23 : 876 - 877 .

Moore, T. A. and H. M. Munger. 1986. Gynoecious sex expression and stability in cucuber (Cucumis sativus L.). Euphytica 35 : 899 - 903 .

Morelock, T. E. 1988. "Fall Green" : a new disease resistant spinach. (Absatr.). HortScience 23 : 831 .

Mooris, J. L. 1971. The breeding aspects of vegetable seed quality. HortScience 6 : 553 - 555 .

Moura, R. M. de. 1975. Disease complexes in tomato inolving Meloigyne incognita, tobacco mosaic virus (tomato strain) and two races of Fusarium oxysporum f. lycpersici. Diss. Abstr. Intl., B. 36 (3) : 1003B.

Munger, H. M. 1979. The potential of breeding fruits and vegetables for human nutrition. HortSicience 14 : 247 - 250 .

Munger, H. M. 1988. A reivsion on controlled pollination of cucumber. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 11 : 8 .

Munger, H. M. 1990. Availability and use of interspecific populations involving Cucurbita moschata and C. pepo. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 13 : 49 .

Murdock, B.A. , N.H Ferguson, and B.B Rhodes. 1990. Male-sterile (ms) from China apparently non-allelic to glabrous - male sterile (gms) watermelon. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 13 : 46.

Mutschler, M. A. 1984a. Inheritance and linkage of the "Alcobaca" ripening mutant in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 500 - 503 .

Mutschler, M. A. 1984b. Ripening and storage characteristics of the " Alcobaca" ripening mutant in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 504 - 507 .

Mutschler, M. A. 1988. Dedication : Henry M. Munger..Vegetable breeder and educator. Plant Breed. Rev. 4 : 1 - 8 .

Mutschler, M. A. and F. A. Bliss. 1980. Genetic male sterility in the common bean (Phaseolus vulgaris L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 202 - 205 .

Mutschler, M. A. and O. H. Pearson . 1987. The origin, inheritance, and instability of butternut squash (Cucurbita moschata Duchesne) . HortScience 22 : 535 - 539 .

Mutschler, M. A., S. D. Tanksley, and C. M. Rick. 1987. Linkage maps of the tomato (Lycopersicon esculentum). Tomato Genet. Coop. Rep. 37 : 5 - 34 .

Myers, J. R. and E. T. Gritton. 1988. Gemetic male sterility in the pea (Pisum sativum L.) : I. Inheritance, allelism and linkage. Euphytica 38 : 165 - 174.

Nakanishi, T. and K. Hinata.1975. Self - seed production by CO_2 gas tratment in self - incompatible cabbage. Euphytica 24 : 117 - 120 .

Nameth, S. T., F. F. Laemmlen, and J. A. Dodds. 1985. Viruses cause heavy melon losses in desert valleys. Calif. Agr. 39 (7 / 8) : 28 - 29.

Nandpuri, K. S., J. S. Kanwar, S. Singh, and M. S. Saimbhi. 1975. Performance of tomato varieties umder low and high teperature conditions. Haryana J. Hort. Sci. 4 : 46 - 50. (Cited from Hort. Abstr. 47 : Abstr. 3679) .

Nariani, T. K. and R. S. Vasudeva. 1963. Reaction of Lycopersiconspecies to tomato leaf curl virus. Indian Phytopath. 16 : 238 - 239 (Cited from Rev. Appl. Myc.43 : Abstr. 2069 ; 1964) .

Nash, A. F. and R. G. Gardner. 1988. Heritability of tomato early blight reistance derived from Lycopersicon hirsutum P. I. 126445. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 264 - 268 .

Nasrallah, M. E. 1968. Serological Procedures for isolating self - incompatibility genotypes. Brassica meeting of Eucarpia : Horticultural Section : 4 - 6 Sept. 1968, Wellesbourne, England ,pp. 29 - 31. (Cited from Plant Breed. Abstr. 40 : Abstr. 3942 ; 1970) .

Nassrallah, M. E. and R. J. Hopp. 1963. Effect of a selective gametocide on eggplant (Solanum melongena L.). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83 : 575 - 578 .

Nath, P. and O. P. Dutta. 1970. Inheritance of fruit hairness, fruit skin colour and leaf lobing in okra, Abelmoschus esculentus. Canad. J. Genet. Cytol. 12 : 589 - 593 .

Navot, N., R. Ber, and H. Czosnek. 1989. Rapid detction of tomato yellow leaf cul virus in squashes of plants and insect vectors. Phytopathology 79 : 562 - 568 .

Nazeem, H. R. 1967. Inheritance of some economic characters in tomato. M. S. thesis, Ain Shams umiv. 177p .

Nazeem, H. R. 1973. Inheritance of resistance to mosaic virus disease in tomato. Ph . D. thesis, Ain Sams Univ. 66p .

Nelson, R. B., D. W. Davis, J. P. Palta, and D. R. Laing. 1983. Measurement of soil waterlogging tolerance in Phseolus vulgaris L. : A comparison of screening techniques. Scientia Hort. 20 : 303 - 313 .

Netzer, D. and Ch. Weintall. 1980. Inheritance of resistance in watermelon to race 1 of Fusarium oxysporum f. sp. niveum. Plant Dis. 64 : 853 - 854 .

Netzer, D., H. D. Rabinowitch, and Ch. Weintal. 1985. Greenhouse techique to evaluate onion resistance to pink root. Euphytica 34 : 385 - 391.

Netzer, D., D. Globerson, Ch. Weintal, and R. Elyassi. 1985. Sources and inheritance of resistance to stemphylium leaf spot of lettuce. Euphytica 34 : 393 - 396 .

Ng, T. J. 1988. Fabric plant covers as an aid in watermelon breeding. HortScience 23 : 913 .

Ng, T. J. and E. C. Tigchelaar. 1973. Inheritance of low temperature seed sprouting in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 314 - 316 .

Nienhuis, J. and A. M. Rhodes. 1977. Interspecific grafting to enhance flowering in wild specis of Cucubita. HortScience 12 : 458 - 459 .

Nieuwof, M. 1974. The occrrence of self - incopatibility in cauliflower (Brassica oleracea var. botrytis L. subvar. cauliflora Dc.) and the possilities to produce uniform varieties. Euphytica 23 : 473 - 478 .

Neuwhof, M. and F. Garritsen. 1984. Inheritance of spine formation on seeds of carrot (Daucus carota L.). Euphytica 33 : 75 - 80 .

Nirk, H. 1959. Interspecific hybrids of Lycopersicon. Nature, London 184 : 1819 - 1820 .

Nishiyama, I. 1982. Autohexploid evolution of the sweet potato. In R. L. Villareal and T. D. Griggs (Eds) "Sweet Potato" ,pp. 263 - 274. Asian Veg. Res. & Dev. Center, Taiwn .

Nishiyama, I., T. Miyazaki. and S. Sakamoto. 1975. Evolutionary autoploidy in the sweet potato (Ipomoea batatas (L.) Lam.) and its progenitors. Euphytica 24 : 197 - 208 .

Norwood, J. M. and I. R. Crute. 1980. Linkage between genes for resistance to downy mildew (Bre a lactucae) in lettuce. Annals of Appl. Biol. 94 : 127 - 135.

Nuez, F., J. Costa, and J. Cuartero. 1985. High and low temperature setting. Tomato Genet. Coop. p. 35 : 14 - 15

Nugent, P. E. and J. C. Hoffman. 1981. Natural cross pollination in four andromonoecious seedl g marker lines of muskmelon. HortScience 16 : 73 - 74 .

Nugent, P. E., F. P. Cuthber, Jr. and J. C. Hoffman. 1984. Two genes for cucumber beetle resistance in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 756 - 759 .

O' Brien, V. J. and S. S. Leach. 1983. Investigations into the mode of resistance of potato tubers to Fusarium roseum "Sambucinum". Amer. Potato J. 60 : 227 .

Ochoa, O., V. D' Antonio, and C. F. Quiros. 1986. Techniques for water emasculation and cut seedstalk pollination in celery. HortScience 21: 1455 - 1456 .

Ockendon, D. J. 1975. Dominance relationships between S - alleles in the stigmas of brussels sprouts (Brasica oleracea var. gemmifera). Euphytica 24 : 165 - 172 .

Ockendon, D. J. 1982. An S - allele survey of cabbage (Brassica oleracea var. capitata) . Euphytica 31 : 325 - 331 .

Odland, M. L. 1962. The genetics of incompatibility in broccoli Brassica oleracea var. italica. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 80 : 387 - 400 .

Okie, W. R. and R. G. Gardner. 1982. Screening tomato for resistance to Verticillium dahliae races 1 and 2 . Plant Dis. 66 : 34 - 37 .

Okie, W. R. and R. G. Gardner. 1982a. Breeding for resistance to Verticillium dahliae race 2 of tomato in North Carolina. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 552 - 555 .

Okonkwo, C. A. C. 1987. Polymorphism in taro (Colocasia esculenta (L.) Schott) and its implication in taro breeding and production in Nigeria. J. Hort. Sci. 62 : 395 - 400 .

Okopnyi, N.S. and A. V. Sadykin. 1977. The resistance of tomatoes to The gall nematode. (Abstr., In Russian). Kishinev, Moldavian SSR; Stiinca 108 - 109 .

Olday, F. C., A. V. Barker, and D. N. Maynard. 1976. A physiological basis for different patterns of nitrate accumulation in two spinch cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 217 - 219 .

Omwega, C. O., I. J. Thomason, and P. A. Roberts. 1988. A nondestructive technique for screening bean germplasm for resistance to Meloidgyne incognita. Plant Dis. 72 : 970 - 972 .

Ooms, G. 1987. Genetic manipulation in potato using Agrobacterium. In G. J. Jellis and D. E. Richardson (Eds) " The Production of New Potato Varieties : Technological Advances" , pp. 293 - 308. Cambridge Univ. Pr., Cambridge .

Opena, R. T. and S. H. Lo. 1979. Genetics of heat tolerance in heading chinese cabbage. HortScience 14 : 33 - 34 .

Orion, D. and H. Hoestra. 1974. The effect of root - knot nematodes and ethrel on Fusarium wilt of tomatoes. Netherlands J. Plant Path. 80 : 28 - 36 .

Orton, T. J. and P. Arus. 1984. Outcrossing in (Apium graveolens). Euphytica 33 : 471 - 480 .

Osborn, T. C. and F. A. Bliss. 1985. Effects of genetically removing lectin seed protein on horticltural and seed chracteristics of common bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 : 484 - 488 .

O' Sullivan, J., W. H. Gabelman, and G. C. Gerloff. 1974. Variations in efficiency of nitrogen utilization in tomatoes (Lycopersicon esulentum Mill.) grown under nitrogen stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99 : 543 - 547.

Otterbacher, A. G. and R. M. Skirvin. 1978. Derivation of The binomial Fragaria x ananassa for The cultivatsd strawberry. HortScience 13 : 637 - 639 .

Ozminkowski, R. H., Jr., R. G. Gardner, R. H. Moll, and W. R. Henderson. 1990. Inheritane of prostrate growth habit in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 674 - 677 .

Painter, R. H. 1951. Insect resistance in crop plants. Univ. Pr. of Kansas, Lawrence. 520p.

Padda, D. S. and H. M. Munger. 1969. Photoperiod, temperature and gemotype interactions affecting time of flowering in beans, Phaseolus vularis L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 157 - 160 .

Palevitch, D. and N. Kedar. 1970. Resistance of tomato cultivars and progenies to fruit hollowness. Euphytica 19 : 253 - 260 .

Pandey, S. and E. T. Gritton. 1975. Inheritance of protein and other agronomic traits in a diallel cross of pea. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100 : 787 - 90 .

Pandita, M. L. and Wm. T. Andrew. 1967. A correlation between phosphorus content of leaf tissue and days to maturity in tomato and lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 544 - 549 .

Parfitt, D. E. and S. J. Peloquin. 1981. The genetic basis for tuber greening in 24 - chromosome potatoes. Amer. Potato J. 58 : 299 - 304 .

Paris, H. S. 1988. Complementary genes for orange fruit flesh color in Cucurbita pepo. HortScience 23 : 601 - 603 .

Paris, H. S. 1989. List, description, and interactions of the genes affecting fruit color in Cucurbita pepo. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 12 : 72 - 74.

Paris, H. S., T. G. McCollum, H. Nerson, D. J. Cantliffe and Z. Karchi. 1985. Breeding of concentrated - yield muskmelons. J. Hort. Sci. 60. 335 - 339 .

Paris, H. S., H. Nerson, and N. Zass. 1986. Effects of gene B in Cucurbita moschata. HortScience 21 : 1036 - 1037 .

Paris, H. S., S. Cohen, Y. Burger, and R. Yoseph. 1988. Single - gene resistance to zucchini yellow mosaic virus in Cucurbita moschata. Euphytica 37 : 27 - 29 .

Paran, I., C. Shifriss, and B. Raccah. 1989. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in the interspecific cross Cucurbita maxima x C. ecuadorensis. Euphytica 42 : 227 - 232 .

Pategas, K. G., A. C. Schuerger, and C. Wetter. 1989. Management of tomato mosaic virus in hydroponically grown pepper (Capsicum annuum) . Plant Dis. 73 : 570 - 573 .

Patterson, B. D. 1988. Genes for cold resistance from wild tomatoes. HortScience 23 : 794 & 947 .

Patterson, B. D. and L. A. Payne. 1983. Screening for chillig resistance in tomato seedlings. HortScience 18 : 340 - 341 .

Patterson, B. D., R. Paull, and R. M. Smillie. 1978. Chliiing resistance in Lycopersicon hirsutum Humb. & Bonpl., a wild tomato with a wild altitudinal distribution. Austr. J. Plant Phys. 5 : 609 - 617 (Cited from Plant Breed. Abstr. 50 : Abstr. 2523; 1980) .

Pearson, O. H. 1972. Cytoplasmically inherited male sterility characters and flavor components from the species cross Brassica nigra (L) Koch x B. oleracea L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 397 - 402 .

Pecaut, P. and J. Philouze. 1978. A sha - pat line obtaind by natural mutation. Tomato Gent. Coop. Rep. 28 : 12 .

Pet, G. and F. Garretsen. 1983. Genetical and envirnomental factors influencing seed size of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) and effect of sesd size on growth and development of tomato plants. Euphytica 32 : 711 - 718 .

Petr, K. V., R. W. Goth, and R. E. Webb. 1984. Indian hot peppers as new sources of resistance to bacterial wilt. Phtopthora root rot, and root knot nematoode. HortScience 19 : 277 - 278 .

Peterson, C. E. and P.W. Simon. 1986. Carrot breeding. In M.J. Bassett (Ed.) "Breeding Vegtable Crops" , pp. 321 - 356. Avi Pub. Co., Inc., Westport., Connecticut.

Peterson, R. H. and H. G. Taber. 1987. Technique for vital staining of tomato pollen with fluoroscein diacetate. HortScience 22 : 953 .

Phatak, S. C. and C. A. Jaworski. 1985. UGA 1113MT and UGA 1160MT Metribuzin - tolerant tomato germplasm. HortScience 20 : 1132 .

Phillip, M. J., S. Honma, and H. H. Murakishi. 1966. Influence of resistance to tobacco mosaic virus - induced internal browning in tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88 : 544 - 549 .

Phills, B. R., N. H. Peck, G. E. MacDonald, and R. W. Robinson. 1979. Differential response of Lycopersicon and Solanum species to salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 : 349 - 352 .

Philouze, J. 1981. Progress of works regarding the utilization in breeding of the ability to natural parthenocarpy of the tomato variety Severianin. (In French). In J. Philouze (Ed.) "Genetics and Breeding of Tomato" ,pp.203 - 210. Institut National de la Recherche Agronomique, Versailles, France .

Philouze, J. and B. Maisonneuve. 1978. Heredity of the natural ability to set parthenocarpic fruits in the Soviet variety Severianin. Tomato Genet. Coop. Rep. 28 : 12 - 13 .

Philouze, J. and B. Maisonneuve. 1978. Heredity of the natural ability to set parthenocarpic fruits in a German line. Tomato Genet. Coop. Rep. 28 : 12 .

Picha, D. H. and C. B. Hall. 1981. Influence of potassiun, cultivar, and season on tomato graywall and blotchy ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 704 - 708 .

Pierce, L. K. and T. C. Wehner. 1989. Gene list of cucumber. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 12 : 91 - 103 .

Pierce, L. K. and T. C. Wehner. 1990. Review of genes and linkage groups in cucumber. HortScience 25 : 605 - 615.

Pike, L. M. 1986. Onion breeding. In M. J. Bassett (Ed.) " Breeding Vegetable Crops" ,pp. 357 - 394. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connticut .

Pike, L. M. and C. E. Peterson. 1969. Inheritance of parthenocarpy in the cucumber(Cucumis sativus L.) . Euphytica 18 : 101 - 105 .

Pike, L. M. and W. A. Mulkey. 1971. TAMU 950, a hermaphroditic inbred line of cucumber. Veg. Improv. Newsletter 13 : 4 .

Pike, L. K. and W. A. Mulkey. 1971a. Use of hermaphrodite cucumber lines in development of gynoecious hybrids. HorScience 6: 339 - 340.

Pilowsky, M. and S. Cohen. 1974. Inheritance of resistamce to tomato yellow leaf curl virus in tomatoes. Phytopathology 64 : 632 - 635 .

Pilowsky, M. and S. Cohen. 1990. Tolerance to tomato yellow leaf curl virus derived from Lycopersicon perurianum. Plant Dis. 74 : 248 - 250 .

Piringer, A. A. 1962. Photoperiodic responses of vegetable plants. In Campbell Soup Company "Proceedings of Plant Symposium" ,pp. 173 - 185. Camden, N. J.

Pitrat, M. and H. Lecoq. 1980. Inheritance of resistance to cucumber mosaic virus transmisson by Aphis gossypii in Cucumis melo. Phytopathology 70 : 958 - 961 .

Pitrat, M. and H. Lecoq. 1984a. Inheritance of zucchini yellow mosaic virus resistance in Cucumis melo L. Euphytica 33 : 57 - 61 .

Pitrat, M., C. Maestro, C. Ferriere, M. Richard, and J. Alvarez. 1988. Resistance to Aphis gossypii in Spanish melon (Cucumis melo) . Cucurbit Genet. coop. Rep. 11 : 50 - 51 .

Plage, R. F. 1975. Plant resistance to the greenhouse white fly (Trialeurodes vaporariorum Westw.) in the tomato (Lyopersicon esculentum Mill.) and related species, especially Solanum pennellii Correll. Cornell Univ., Ithaca, N. Y. Disser. Abstr. International, B. 36 (6) 2549 B - 2550 B.

Plaisted, R. L. 1966. Methods of breeding potatoes for factors affecting processing qualitity. In Campbell Institute for Agricultural Research "Procedings of Plant Science Symposium" ,pp. 103 - 123. Camden, N. J.

Plucknett, D. L. 1976. Edible aroids. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" ,pp. 10 - 12. Longman, London .

Ponti, O. M. de and F. Garretsen. 1976. Inheritance of parthenocapy in pickling cucumbers (Cucucmis sativus L.) and linkage with other characters. Euphytica 25 : 633 - 642 .

Ponti, O. M. B. de and M. M. Steenhuis. 1984. Prospects of resistance to whiteflies from Lycopersicon hirsutum glabratum. In Eucarpia Tomato Working Group " A New Era in Tomato Breeding" , pp. 103 - 106. Institute for Hort. Plant Breed., Wageningen .

Ponti, O. M. B. de, M. M. Stenhuis, and P. Elzinga. 1983. Partial resistance of tomato to the greenhouse whitefly (Trialeurodes vaporaiorum Westw.) to promote its biological control. Mededeingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Rijksuniversiteit Gent 48: 195 - 198. (Cited from Plant Breed. Abstr. 54 : Abstr. 5545; 1984) .

Poole, C. F. 1937. Improving the root vegetables. In United States Department of Agriculture "1937 Yearbook of Agriculture : Better Plants and Animals II" ,pp. 300 - 325. Wash., D. C.

Porter, D. R. 1960. Quality criteria and their evaluation in a breeding program for processing type tomatoes. In Campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Seminar" ,pp. 137 - 150. Camden, N. J.

Porter, W. S. and H. B. Walker. 1941. The Pan America tomato, a new red variety highly resistant to Fusarium wilt. U. S. Dept. Agr. Circ. 611 .

Poysa, V. W, C. W. Tan, and J. A. Stone. 1987. Flooding stress and the root development of several tomato geontypes. HortScience 22 : 24 - 26 .

Pratt, R. C., R. A. Bressan and P. M. Hasegawa. 1985. Genotypic diversity enhances recovery of hybrids and fertile backcrosses of Phaseolus vularis x P. acutifolius A. Gray. Euphytica 34 : 329 - 344 .

Prend, J. and C. A. John. 1976. Improvent of pickling cucumber with the determinate (de) gene. HortScience 11 : 427 - 428 .

Prihod' ko, N. I. 1970. Some characters of tetraploid carrots. (In Russian). Sborn. Trud. Aspir. molod. nauc. Sotrud., Leningrad No. 15 : 317 - 316. (Cited from Hort. Abstr. 41 : Abstr. 6976; 1971) .

Prihod' ko, N. I. 1970. Some characters of tetraploid head cabbage. (In Russian). Bjull. vses. Inst. Rasten. N. I. Vavilovia No. 15 : 34 - 37. (Cited from Hort. Abstr. 41 : Abstr. 6404; 1971) .

Principle, J. A. 1984. Male - Sterility in artichoke. HortScience 19 : 864.

Provvidenti, R. 1987. Inheritance of resistance to a strain of zucchini yellow mosaic virus in cucumber. HortScience 22 : 102 - 103 .

Provvidenti, R. 1988. Inheritance of resistance to brood bean wilt virus in bean. HortScience 23 : 895 - 896 .

Provvidenti, R. 1991. Inheritance of resistance to the Florida strain of zucchini yellow mosaic virus in watermelom. HortScience 26 : 407 - 408 .

Providenti, R. and D. Gonsalves. 1982. Resistance to papaya ringspot vitus in Cucumis metuliferus and its relationship to resistance to watermelon mosaic virus 1. J. Hered. 73 : 239 - 240 .

Provvidenti, R. and R.W. Robinson. 1977.Inheritance of resistance to watermelom mosaic virus 1 in Cucumis metuliferus. J. Hered. 68: 56- 57.

Provvidenti, R., R. W. Robinson, and H. M. Munger. 1978. Resistance in feral species to six viruses influencing Cucurbita. Plant Dis. Reptr 62 : 326 : 329.

Provvidenti, R., R. W. Robinson, and J. W. Shail. 1979. Chicory : a valuable source of resistance to turnip mosaic for endive and escarole. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 : 726 - 728 .

Provvidenti, R., R. W. Robinson, and J. W. Shail. 1980. A source of resistance to a strain of cucumber mosaic virus in Lactuca saligna L. HortScience 15 : 528 - 529 .

Purseglove, J. W. 1972. Tropical crops : monocotyledons. The English Language Book Soc., London. 607p.

Purseglove, J. W. 1974. Tropical crops : diocotyledons. The English Language Book Soc., London. 719p.

Pyke, K. A. and C. L. Hedley. 1983. The effect of foliage phenotype and seed size on the crop growth of Pisum sativum (L.). Euphytica 32 : 193 - 203.

Quattara, S. and O. L. Chambliss. 1991. Inheritance of resistance to blackeye cowpea masaic virus in "White Acre - BVR" cowpea. HortScience 26 : 194 - 196.

Quiros, C. F. 1984. Overview of the genetics and breeding of husk tomato. HortScience 19 : 872 - 874 .

Quiros, C. F., M. A. Stevens, C. M. Rick, and M. L. Yok - Yokomi. 1977. Resistance in tomato to the pink form of the potato aphid (Macrosiphum euphorbiae Thomas) : the role of anatomy, epidermal hairs and foliage composition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 166 - 171 .

Quiros, C. F., A. Rugama, Y. Y. Dong, and T. J. Orton. 1986. Cytological and genetical studies of a male sterile celery. Euphytica 35 : 867 - 875 .

Rabinowitch, H. D., B. Friedlander, and R. Peters. 1991. Dwarf flower stalk in onion : characterization, genetic control, and physiologial response to ethephon and gibberellic acid. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 574 - 579 .

Rachie, K. O., K. Rawal, J. D. Fanckowiak and M. A. Akinpelu. 1975. Two outcrossing mechanisms in cowpeas, Vigna umguiculata (L.) Walp. Euphytica 24 : 159 - 163 .

Radcliffe, E. B. and F. I. Lauer. 1966. A survey of aphid resistance in the tuber - bearing Solanum (Tourn.) L. species. Univ. Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. 253. 23p .

Radwan, A. A., A. A. Hassan, and N. M. Malash. 1979. Correlation studies on twenty - eight tomato geontypes evaluated in Giza. Fac. Agr., Ain Shams Univ., Res. Bul. 1062. 21p.

Radwan, A. A., A. A. Hassan, and N. M. Malash. 1979. Physiological studies on tomanto fruit firmness, total solube solids and vitamin C contents. Fac. Agr., Ain Shams Umiv., Res Bul. No. 1063. 17p.

Radwan, A. A., A. A. Hassan, and M. A. M. Ibrahim. 1986. Tomato cultivar evalution for low temperature tolerance. Egypy. J. Hort. 13 : 139 - 144 .

Radwan, A. A., A. A. Hassan, and M. A. M. Ibrahim. 1986b.Tomato cultivar evaluation for high temperature tolerance. Egypt. J. Hort. 13 : 145 - 151 .

Rahimi, F. R. and C. D. Carter. 1989. Preventian of flower abscission after pollination in Solanum tuberosum cv. Katahdin. Amer. Potato J. 66 : 47 - 51 .

Raj, S. and P. N. Patel. 1978. Studies on resistance in crops to bacterial diseases in India. X. Inheritance of multiple disease resistance in cowpea. Indian Phytopath. 31 : 294 - 299 .

Rajasekaran, S. 1970. Cytogenetic studies of the F_1 hybrid Solanum indicum x S. melongena L. Euphytica 19 : 217 - 224 .

Ramanna, M. S. 1976. Are there heteromorphic sex chromsomes in spinach (Spinacia oleracea L.) ? Euphytica 25 · 277 - 284 .

Ramsay, G., B. Pickersgill, J. K. Jones, L. Hammond, and M. H. Stewart. 1984. Barriers to interspecific hybridization between Vicia faba and other species of section Faba. In P. D. Hebblethwaite, T. C. K. Dakins, M. C. Heath, and G Lockwood (Eds) "Vicia faba : Agronomy, Physiology and Breeding" , pp. 201 - 208 . Martinus Nijhoff / Dr. Junk Publishers, The Hague.

Randle, W. M. and S. Honma. 1980. Inheritance of low temperature emergence in Capsicum baccatum var. pendulm. Euphytica 29 : 331 -335.

Rastogi, K. B. and S. S. Saini. 1984. Inheritance of resistane to pea blight (Ascochyta pinodella) and induction of

resistance in pea (Pisum sativum L.) . Euphytica 33 : 9 - 11 .
Rebeigan, J. B., R. L. Villareal, and S. - H. Lai. 1977. Reaction of three tomato cultivars to heavy rainfall and excessive soil moisture. Phillippine J. Crop. Sci 2 : 221 -226 .
Reinert, R. A., D. T. Tingey, and H. B. Carter. 1972. Sensitivity of tomato cultivars to ozone. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 149 - 151 .
Reinink, K. and R. Groenwold. 1987. The inheritance of nitrate content in lettuce (Lactuca sativa L.). Euphytica 36 : 733 - 744.
Reinink, K. and F. L. Dieleman. 1989. Comparison of sources of resistance to leaf aphids in lettuce (Lactuca saiva L.). Euphytica 40 : 21 - 29.
Reinink, K. F. L. Dieleman, and R. Groenwold. 1988. Selection of lines of lettuce (Lactuca sativa L.) with a high level of partial resistance to Myzus persicae (Sulzer) . Euphytica 37 : 241 - 245 .
Rinink, K., F. L. Dieleman, J. Jansen, and A. M. Montenarie. 1989. Interaction between plant and aphid genotypes in resistance of lettuce to Myzus persicae and Macrosiphum euphorbiae. Euphytica 43 : 215 - 222 .
Retig, N. 1974. Chanes in perioxidase and polyphenoloxiase associated with natural and induced resistance of tomato to Fusarium wilt. Phys. Plant Path. 4 : 145 150 .
Reynard, G. B. 1960. Breeding tomatoes for resistance to fruit cracking. In Campbell Soup Company " Proccedings of Plant Science Seminar" ,pp. 93 - 110. Camden, N. J.
Reynard, G. B. and C. F. Andrus. 1945. Inheritance of resistance to the collar - rot phase of Alternaria solani on tomato. Phtopathology 35 : 25 - 36 .
Reynolds, M. P. and E. E. Ewing. 1989. Heat tolerance in tuber bearing Solanum species : a protocol for screening. Amer. Potato J. 66 : 63 - 74.
Rhodes, B. B. and S.L. Love. 1983. Presenee of facttors for delayed germination in Citrullus lanatus and Citrullus colocynthis. Cucubit Genet. Coop. Rep. 6 : 64 - 65 .
Ricciardi, L., A. Fillippetti, C. Depace and C. F. Marzano. 1985. Inheritance of seed coat colour in broad bean (Vicia faba L.) . Euphytica 34: 43 - 51 .
Richardson, D. G, and C. J. Weisier. 1972. Foliage frost resistance in tuber - bearing solanums. HortScience 7 : 19 - 22 .
Rick, C. M. 1972. Potential genetic resources in tomato species : clues from observations in native habitats. In A. M. Srb (Ed.) " Genes, Enzymes and Populations" ,pp. 255 - 269. Plenum Pub. Corp., N. Y.
Rick, C. M. 1974a. The tomato. In. R. C. King (Ed.)"Handbook of Genetics; Vol. 2 Plants, Plant Viruses, and Protists" , pp. 247 - 280. Plenum Pr., N. Y.
Rick, C. M. 1974b. Tomatoes (Lycopersicon spp.) . In J. Leon (Ed.) "Handbook of Plant Introduction in Tropcal Crops" ,pp. 42 - 44. Food and Agr. Org. of the united Nations, Rome.
Rick, C. M. 1976. Tomato. In N. W. Simmonds (Ed.) " Evolution of Crop Plants " ,pp. 268 - 273. Longman, London.
Rick, C. M. 1977. Conservation of tomato species germplasm. Calif. Agr. 31 (9) : 32 - 33 .
Rick, C. M. 1987. The tomato. Scientific American 239 (2) : 76 - 87 .
Rick, C. M. 1979a. Tomato germplasm resources. In Asian Vegetable Research and Development Center "Proceedings of the 1 st International Symposium on Tropical Tomato, Oct. 23 - 27, 1978 " ,pp. 214 - 224 . Shanhua, Taiwan .
Rick, C. M. 1979b. Evolution of interspecific barriers in Lycopersicon. In A. C. Zeven and A. M. van Harten (Eds) " Broadening the Genetic Base of Crops " ,pp. 283 - 286. Centre for Agr. Pub. & Doc., Wageningen.
Rick, C. M. 1979c. Potential improvemnt of tomatoes by controlled introgression of genes from wild species. In A. C. Zeven and A. M. van Harten (Eds) :Broadening the Genetic Base of Crops" ,pp. 167 - 173. Centre for Agr. Pub. & Doc., Wagningen.
Rick, C. M. 1980a. Project No. 25 : Mechanisms to facilitate production of hybrid tomato seed. Univ. Calif. , Davis .
Rick, C. M. 1982. The Potential of exotic germplasm for tomato improvement. In I. K. Vasil, W. R. Scowcroft , and K. J. Frey (Ed.) " Plant Improvement and Somatic Cell Genetices " ,pp. 1-28. Academic Pr., N.Y.
Rick, C. 1986. Tomato mutants : freaks, anomalies, and breeders' resources. HortScience 21 (4) : inside front and back covers.
Rick, C. M. 1988. Molecular markers as aids for germplasm management and use in Lycopersicon. HortScience 23 : 55 - 57 .
Rick, C. M., and F. H. Borgnino. 1980. A method for improving seed germination of solanaceous species. Memiographed sheet.
Rick, C. M. , J. W. DeVema, R. T. Chetelat and M. A. Stevens. 1987. Potential contributions of wide crosses to improvement of processing tomatoes. Acta Hort. 200 : 45 - 55 .
Riggs, R. D. and N. N. Winstead. 1959. Studies on resistance in tomato to root - knot nematodes and on the occurrence of pathogenic biotypes. Phytopathology 49 : 716 - 724 .
Robbins, M. L. and F. F. Angell. 1970. Tomato anthracnose : a hypodermic inoculation technique for determining genetic rection. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 118 - 119 .
Roberts, P. A. and R. W. Scheuerman. 1984. Managing nematodes in sweet potatoes with resistance and nematicides. Calif. Agr. 38 (3 & 4) : 26 - 27 .
Robinson, R. W. 1974. Useful genes from wild relatives of the tomato. Cornell Plantations 37 - 39 .
Robinson, R. W. and S. Hodosy. 1988. Male Sterility induced by virus infection. Tomato Genet. Coop. Rep. 38 : 41- 42 .
Robinson, R. W. and T. W. Whitaker. 1974. Cucumis. In R. C. King (Ed.) "Handbook of Genetics; Vol. 2 : Plants,

Plant Viruses, and Protists" ,pp. 145 - 150. Plenum Pr., N. Y.

Robinson, R. W. , R. Provvidenti, and J. W. Shail. 1975. Inheritance of susceptibility to powdery mildew in the watermelon. J. Hered. 66 : 310 - 311 .

Robinson, R. W., H. M. Munger, T. W. Whitaker, and G. W. Bohn. 1976. Genes of the cucurbitaceae. HortScince 11 : 554 - 568 .

Robinson, R. W., J. D. MaCreight, and E. J. Ryder. 1983. The genes of lettuce and closely reated species. Plant Breed. Rev. 1 : 267 - 293 .

Robinson, R. W., N. F. Weeden, and R. Provvidenti. 1988. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in the intrerspcific cross Cucurbita maxima x C. ecuadorensis. Cucurbit Genetics Coop. Rep. 11 : 74 - 75 .

Robinson, R. W., A. Jaworski, P. M. Gorski, and S. Shanon. 1988. Interaction of cucurbitacin genes. Cucurbit Genetics Coop. Rep. 11 : 23 - 24.

Rogers, D. J. 1974. Cassava (Manihot esculenta). In J. Leon (Ed.) "Handbook of Plant Introduction in Tropical Crops" ,pp. 26 - 29. Food and Agr. Org. of the United Nations, Rome.

Roggen, H. P. J. R. and A. J. Van Dijk. 1972. Breaking incompatibility of Brassica oleracea L. by steel - brush pollination. Euphytica 21 : 424 - 425 .

Roggen , H. P. J. R. and A. J. Van Dijk. 1973. Electric aided and bud pollination : which method to use for self - seed production in cole crops (Brassica oleracea L.) . Euphytica 22 : 260 - 263.

Roggen, H. and A. J. Vandijk. 1976. "Thermally aided pollination" : a new method of breaking self - incompatibility in Brassica olercea L. Euphytica 25 : 643 - 646 .

Roggen, H. P. J. R., A. J. Van Din Dijk, and C. Dorsman. 1972. "Electric aided" pollination : a method of breaking incompatibility in Brassica oleracea L. Euphytica 21 : 181 - 184.

Ross, H. 1980. Wild species and primitive cultivars as ancestors of potato varieties. In A. C. Zeven and A. M. van Harten (Ed.) "Broadening the Genetic Base of Crops" ,pp. 237 - 254. Centre for Agr. Pub. & Doc., Wageningen.

Rost, T. L., M. G. Barbour, R. M. Thornton , T. E. Weier, and C. R. Stocking. 1984. Botany. John Wiley & Sons, N.Y.

Roys, W. V. 1976. Pigeon pea. In N. W. Simmonds (Ed) "Evolution of Crop Plants" ,pp. 154 - 156. Longman, London.

Rubino, D. and T. C. Wehner. 1986. Efficiency of early generation testing in pickling cucumber. Euphytica 35 : 89 - 96.

Rudich, J., E. Zamski, and Y. Regev. 1977. Genotypic variation for sensitivity to high temperature in the tomato pollination and fruit set. Botanical Gazette 138 : 448 - 452.

Rush, D. W. 1986. Physiological and gentypic responses to salinity in two species of tomato. Dissertation Abstr. International, B, 46 (12) : 4088 B.

Rush, D. W. and E. Epstein. 1976. Genotypic responses to salinity : differnces between salt sensitive and salt - tolerant genotypes of the tomato. Plant Phys. 57 : 162 - 166 .

Rush, D. W. and E. Epstein. 1981. Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into a domestic tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 699 - 704 .

Rush, D. W. and E. Epstein. 1981a. Comparative studies on the sodium, potassium, and chloride relations of a wild halohytic and a domestic salt - sensitive tomato species. Plant Phys. 68 : 1308 - 1313 .

Russell, G. E. 1978. Plant Breeding for pest and disease resistance. Butterworths, London. 485p.

Rutger, J. N. 1968. Variation in protein content and its relation to other characters in beans (Phaseolus vulgaris L.) . Agron. Abstr. Madison 1968 : p. 20. (Cited from Plant Breed. Abstr. 41 : Abstr. 1924; 1971) .

Rutger, J. N. and L. S. Beckham. 1970. Natural hybridization of Phaseolus vulgaris x Phaseollus coccineus L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 659 - 661 .

Ryder, E. J. 1970. Screening for resistance to lettuce mosaic. HortScience 5 : 47 - 48.

Ryder, E. J. 1970a. Inheritance of resistance to common lettuce mosaic. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 378 - 379.

Ryder, E. J. 1971. Genetic studies in lettuce (Lactuca sativa L.) . J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 826 - 828 .

Ryder, E. J. 1979. Leafy salad vegetables. Avi Pub. Co., Inc. , Westport , Conn. 266p.

Ryder , E. J. 1986. Lettuce breeding. In M. J. Bassett (Ed.) "Breeding Vegetable Crops" , pp. 433 - 474. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Ryder, E. J. 1988. Early flowering in lettuce as influenced by a second flowering time gene and seasonal variation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 456 - 460.

Ryder, E. J. and A. S. Johnson. 1974. Mist depollination of lettuce flowers. HortScience 9 : 584 .

Ryder, E. J. and T. W. Whitaker. 1976. Lettuce. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" , pp. 39 - 41. Longman, London .

Ryder, E. J. and T. W. Whitaker. 1980. The lettuce industry in California : a quarter century of change, 1954 - 1979. Hort. Rev. 2 : 164 - 207.

Ryder, E. J. , N. E. Vos and M. A. Bari. 1983. The globe artichoke (Cynara scolymus L. HortScience 18 : 646 - 653 .

Saccardo, F., G. Ancora , and K. S. Ramulu. 1981. Transfer of useful characters from Lycopersicon peruvianum to L. esculentum. In J. Philouze (Ed.) "Genetics and Breeding of Tomato" , pp. 235 - 242. Institut National de la Recherche Agronomique, Versailles, France .

Sacher, R. F. and R. C. Staples. 1983. Ion regulation and response of tomato to sodium chloride : a homeostatic system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 : 566 - 569 .

Sacher, R. F., R. C. Staples, and R. W. Robinson. 1982. Saline tolerance in hybrids of Lycopersicon esculentum x Solanum pennellii and selected breeding lines. In A. San Pietro (Ed.) "Biosaline Concept : A Look to the Future" , pp. 325 - 33. Plenum Pr., N. Y.

Sackett, C. 1975. Fruit & vegetable facts & pointers : spinach. United Fresh Fruit & Vegetable Association,

Alexandria, Va. 22p.

Sakaguchi,S. and Y. Nishimura. 1969. Breeding seedless watermelom by using induced chromosome translocation. JARQ 4 (3):18 - 22. (Cifted from Plant Breed. Abstr. 41 : Abstr. 1848; 1971) .

Sapers, G. M., J. G. Phillips, and A. K. Stoner. 1977. Tomato acidity and the safety of home canned tomatoes. HortScience 12 : 204 - 208 .

Sapers, G. M., J. G. Phillips, O. Panasiuk, J. Carre, A. K. Stoner, and T. Barksdale. 1978. Factors affecting the acidity of tomatoes. HorScience 13 : 187 - 189.

Sarange, Y., J. Rudich, and D. Zamir. 1987. Salt tolerance of cultivated tomato, its wild relatives,and interspecific segregating populations. (Abstr.) . Acta Hort. 200 : 203 .

Sovin, F., V. Decomble, M. Le Couviour, and H. Hallard. 1988. The x - ray detection of haploid embryos arisen in muskmelon (Cucumis melo L.) seeds, and resulting from a parthenogenetic development induced by irradiated pollen. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 11 : 39 - 42 .

(Ed.) "Evolution of Crop Plants" , pp. 39 - 41. Longman, London .

Ryder, E. J. and T. W. Whitaker. 1980. The lettuce industry in California : a quarter century of change, 1954 - 1979. Hort. Rev. 2 : 164 - 207.

Ryder, E. J. , N. E. Vos and M. A. Bari. 1983. The globe artichoke (Cynara scolymus L. HortScience 18 : 646 - 653 .

Saccardo, F., G. Ancora , and K. S. Ramulu. 1981. Transfer of useful characters from Lycopersicon peruvianum to L. esculentum. In J. Philouze (Ed.) "Genetics and Breeding of Tomato" , pp. 235 - 242. Institut National de la Recherche Agronomique, Versailles, France .

Sacher, R. F. and R. C. Staples. 1983. Ion regulation and response of tomato to sodium chloride : a homeostatic system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 : 566 - 569 .

Sacher, R. F., R. C. Staples, and R. W. Robinson. 1982. Saline tolerance in hybrids of Lycopersicon esculentum x Solanum pennellii and selected breeding lines. In A. San Pietro (Ed.) "Biosaline Concept : A Look to the Future" , pp. 325 - 33. Plenum Pr., N. Y.

Sackett, C. 1975. Fruit & vegetable facts & pointers : spinach. United Fresh Fruit & Vegetable Association,
Alexandria, Va. 22p.

Sakaguchi,S. and Y. Nishimura. 1969. Breeding seedless watermelom by using induced chromosome translocation. JARQ 4 (3):18 - 22. (Cifted from Plant Breed. Abstr. 41 : Abstr. 1848; 1971) .

Sapers, G. M., J. G. Phillips, and A. K. Stoner. 1977. Tomato acidity and the safety of home canned tomatoes. HortScience 12 : 204 - 208 .

Sapers, G. M., J. G. Phillips, O. Panasiuk, J. Carre, A. K. Stoner, and T. Barksdale. 1978. Factors affecting the acidity of tomatoes. HorScience 13 : 187 - 189.

Sarange, Y., J. Rudich, and D. Zamir. 1987. Salt tolerance of cultivated tomato, its wild relatives,and interspecific segregating populations. (Abstr.) . Acta Hort. 200 : 203 .

Sovin, F., V. Decomble, M. Le Couviour, and H. Hallard. 1988. The x - ray detection of haploid embryos arisen in muskmelon (Cucumis melo L.) seeds, and resulting from a parthenogenetic development induced by irradiated pollen. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 11 : 39 - 42 .
Schaff, D. A., C. D. Clayberg, and G. A. Milliken. 1987. Comparison of TTC and electrical conductivity heat tolerance screening techniques in Phaseolus. HortScience 22 : 642 - 645 .

Schaible, L. W. 1962. Fruit setting responses of tomatoes to high night tepmeratures. In Campbell Soup Company " Proceedings of Plant Science Symposium " , pp. 89 - 98. Camden, N. J.

Scheffer, R. P. 1957. Analysis of Fusarium resistance in tomato by grafting experiments. Phytopathology 47 : 328 - 331 .

Scheffer, R. P. and J. C. Walker. 1954. Distribution and nature of Fusaium resistance in the tomato plant. Phytopathology 44 : 94 - 101.

Schmidt, D. H. and W. F. Tracy. 1988. Endosperm type, inbred background, and leakage of seed electrolytes during imbibition in sweet corn. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 269 - 272 .

Scott, D. H. and A. D. Draper. 1970. A Further note on longevity of strawberry seed in cold storage. HortScience 5 : 439.

Scott, D. H. and F. J. Lawrence. 1975. Strawberries. In J. Janic and J. N. Moore (Ed.) "Advances in Fruit Breeding" , pp. 71 - 97. Purdue Univ. Pr., West Lafayette, Indiana.

Scott, J. W. and J. P. Jones. 1986. Sources of resistance to fusarium wilt race 3. Tomato Genet. Coop. Rep. 36 : 28 .

Scott, J. W. and J. P. Jones. 1988. Inheritance of resistance to bacterial spot of tomato incited by Xanthomonas campestris pv. vesicatoria. (Abstr.) . HortScience 23 : 772 .

Scott, J. W. and J. P. Jones. 1989. Monogenic resistance in tomato to Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici race 3. Euphytica 40 : 49 - 53.

Scott, J. W. and W. L. George, Jr. 1980a. Influence of environment and flower maturity on hybrid seed production of exserted stigma tomatoes crossed without emasculation. J. Amer.Soc. Hort. Sci. 105 : 420 - 423 .

Scott, J. W. and W. L. George, Jr. 1980b. Breeding and combining ability of heterostylous genotypes for hybrid seed production in Lycopersicon esculentum Mill. Euphytica 29 : 135 - 144 .

Scott, J. W. and W. L. George, Jr. 1984. Influence of pollianation treatments on fruit set and development in partthenocarpic tomato. HortScience 19 : 874 - 876 .

Scott, S. J. and R. A. Jones. 1982. Low temperature seed germination of Lycopersicon species evaluated by survival analysis. Euphytica 31 : 869 - 883 .

Scott, D. H., G. M. Darrow, and F. J. Lawrence. 1973. Strawberry varieties in the United States. U. S. D. A., Farmer's Bul. No. 1043. 22p .

Scully, B. T. and D. H. Wallace. 1990. Variation in and relationship of biomass, growth rate, harvest index, and

phenology to yield of common bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 218 - 225 .

Scully, B. T., D. H. Wallace, and R. Provvidnenti. 1988. Breeding common beans for multiple virus resistance. (Abstr.) HortScience 23 : 771.

Scully, B. T. , D. H. Wallace, and D. A. Viands. 1991. Heritability and correlation of biomass, growth rates, harvest index, and phenology to the yield of common beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 127 - 130 .

Sedgley, M. 1974. Assessment of serological techiques for S - allele identification in Brassica oleracea. Euphytica 23 : 543 - 551 .

Sethi, C. L. and N. K. Sharma. 1978. Nature of resistance of cowpea to the root - knot nematode, Meloidogyne incognita and the pigeon pea cyst nematode, Heterodera cajani. Indian J. Nematology 6 : 81 - 85 .

Setiamihardja, R. and D. E. Knavel. 1990. Association of pedicel length and diameter with fruit length and diameter and ease of fruit detachment in pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 677 - 781 .

Shaik, M. and J. R. Steadman. 1989. The effect of leaf development stage on the variation of resistant and susceptible reactions of Phaseolus vulgaris to Uromyces appendiculatus. Phytopathology 79 : 1028 - 1035.

Shaik, M., T. A. Dickinson , and J. R. Steadman. 1989. Variation in rust susceptibility in beans : predicting lesion size from leaf developmental stage measured by leaf age, length, and plastochron index. Phytopathology 79 : 1035 - 1042 .

Shannon, M. C. 1980. Differences in salt toerance within "Empire" lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 944 - 947.

Shannon, M. C. and J. D. McCreight. 1984. Salt tolerance of lettuce introductions. HortScience 19 : 673 - 675 .

Shannon, M. C., G. W. Bohn, and J. D. McCreight. 1984. Salt tolerance amog muskmelon genotypes during seed emergence and seedling growth. HortScience 19 : 828 - 830 .

Shannon, M. C., J. W. Gronwald, and M. Tal. 1987. Effects of salinity on growth and inorganic ions in cultivated and wild tomato species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 416 - 423 .

Sharma, G. C. and C. V. Hall. 1971. Cucurbitacin B and total sugar inheritance in Cucurbita pepo L. related to spotted cucumber beetle feeding. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 750 - 754 .

Sharma, G. C. and C. V. Hall. 1971. Influence of cucurbitacins, sugars and fatty acids on cucurbit susceptibility to spotted cucumber beetle. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 675 - 680 .

Sharma, O. P., P. P. Sharma, and S. C. Chowfla. 1989. Inheritance of resistance to potato virus Y in garden pepper (Capsicum annuum L.) . Euphytica 42 : 31 - 33 .

Shattuck, V. I. and L. W. Stobbs. 1987. Evaluation of rutabaga cultivars for turnip mosaic virus resistance and the inhertance of resistance. HortScience 22 : 935 - 937 .

Shea, P. F., W. H. Gabelman, and G. C. Gerloff. 1967. The inheritance of efficiency in potassium utilization in snap beans (Phaseolus vulgaris L.). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 286 - 293 .

Shehata, M. A., D. W. Davis, and F. L. Pfleger. 1983. Breeding for resistance to Aphanomyces euteiches root rot and Rhizoctonia solani stem rot in peas. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 : 1080 - 1085 .

Shelby, R. A. 1975. The nature and mechanism of tomato heat tolerance. Auburn Univ., Alabama. Diss. Abstr. Intl, B, 1975, 36 (6) : 2598B.

Shelby, R. A., W. H. Greenleaf, and C. M. Peterson. 1978. Comparative floral fertility in heat tolerant and hear sensitive tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 : 778 - 780 .

Sheldrake, R., Jr. and E. B. Oyer. 1968. Growing cucumbers, melons and squash in New York State. Cornell Ext. Bul.1074. 24p.

Sherman, M., H. S. Paris and J. J. Allen. 1987. Storability of summer squash as affected by gene and genetic background. HortScience 22 : 920 - 922 .

Shiffriss, C. 1987. Segregation of seven traits in pepper. HortScience 22 : 944 - 945 .

Shiffriss, C. and R. Frankel. 1969. A new male sterile gene in Capsicum annuum L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94 : 385 - 386 .

Shifriss, O. 1982. Identification of a selective suppressor gene in Cucurbita pepo L. HortScience 17 : 637 - 638 .

Shoemaker, J. S. 1953. (2 nd ed.) . Vegetable growing. John Wiley & Sons, Inc., N. Y. 515p.

Showalter, R. K. 1970. Detachment force for harvesting snap beans. Proc. Fla Sta. Hort. Soc. 1969, 1970; 82 : 115 - 118 .

Sidhu, G. and J. M. Webster. 1974. Gentics of resistance in the tomato to root - knot nematode - wilt - fungus complex.J. Hered. 65 : 153 - 156 .

Sidhu, G. S. and J. M. Webster. 1975. Linkage and allelic relationships among genes for resistance in tomato (Lycopersicon esculentum) against Meloidogyne incogita. Canad. J. Genet. Cyt. 17 : 323 - 328 .

Sidhu, G. S. and J. M. Webster. 1975. Role of root - knot nematode (Meloidogyne incognita) infection in the pathogenicity of amino acid deficient mutants of wilt fungus (Fusarium oxysporum lycopersici) in tomato (Abstr.). Canad. J. Genet. Cyt. 17 : 466 - 467.

Sidhu, G. and J. M. Webster. 1977. Predisposition of tomato to the wilt fungus (Fusarium oxysporum lycopersici) by the root - knot nematode (Meloidogyne incognita) . Nematologica 23 : 436 - 442 .

Sidhu, G. S. and J. M. Webster. 1981. The genetics of plant - nematode parasitic systems. Bot. Rev. 47: 387 - 419 .

Simmonds, N. W. 1976. Potatoes. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" , pp. 279 - 283. Longman . London .

Simmonds, N. W. 1979. Principles of crop improvement. Longman, London. 408p.

Simpson, D. W. and D. S. Sharp. 1988. The intheritance of fruit yield and stolon production in everbearing strawberries. Euphytica 38 : 65 - 74.

Sims, W. L. and R. W. Scheruerman. 1979. Mechanized growing and harvesting of fresh market tomatoes. Div. Agr. Sci., Univ. Calif, Leaflet No. 2815. 21p.

Sims, W. L., M. P. Zobel, D. M. May, R. J. Mullen, and P. P. Osterli. 1979. Mechanized growing and harvesting of processing tomatoes. Div. Agr. Sci., Univ. Calif., Leaflet No. 2686. 31p.

Sinden, S. L., J. M. Schalk, and A. K. Stoner. 1978. Effects of daylength and maturity of tomato plants on tomatine content and resistance to the Colorado potato beetle. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103 : 596 - 600 .

Sinel' nikova, V. N., E. Ya. Glushchenko, and I. A. Kosareva. 1983. Nauchno - tekincheskii Bulleten' Vsesoyuznogo Ordena Lenina i Ordena Druzhby Narodov Nauchno - issledovatel' skogo Instituuta Rastenievodstva Imeni N. I. Vavilova (No. 12) : 24 - 27 .

Singh, B. and B. Choudhury. 1973. The chemical characteristics of tomato cultivars resistant to root - knot nematodes (Meloidogyne spp.) Nematologica 19 : 443 - 448 .

Singh, B., M. K. Banerjee, and K. Singh. 1974. Inheritance of resistance to root - knot nematodes in tomato. SABRAO J. 6 : 75 - 78 .

Singh, K. B. and L. N. Jindla. 1971. Inheritance of bud and pod color, pod attachment and growth habit in cowpeas. Crop Sci. 11 : 928 - 929.

Sitterly, W. R. 1972. Breeding for disease resistance in cucurbits. Ann. Rev. Phytoptopath. 10 : 471 - 490 .

Sjulin, T. M. and A. Dale. 1987. Genetic diversity of North American strawberry cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 375 - 385 .

Skorupska, H. T. and N. G. Allgood. 1990. Staining procedure for water melon somatic chromosmes. Cucurbit Genet. Coop. Rep.13:47- 48.

Smartt, J. 1976. Tropical pulses. Longman, London. 348p.

Smeets, L. and F. Garretsen. 1986. Inheritanee of growth characters of tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) under low energy conditions. Euphytica 35 : 877 - 884 .

Smeets, L. and N. G. Hogenboom. 1985. Introduction to an investigation into the possibilities of using physiological characters in breeding tomato for low energy conditions. Euphytica 34 : 705 - 707 .

Smith, C. A. and W. E. MacHardy. 1982. The siginficance of tomatine in the host response of susceptible and resistant tomato Fusarium oxysporum f . sp lycopersici. Phytopathology 72 : 415 - 417 .

Smith, O. 1968. Potatoes. production, storing , processing. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn. 642p.

Smith, O. S. and R. L. Lower. 1973. Effects of induced polyploidy in cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 118 - 120 .

Smith, P. G. 1948. Brown, mature - fruit color in pepper (Capsicum frutescens). Sinece 107 : 345 - 346.

Smith, P. G. 1951. Deciduous ripe fruit character in pepper. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75 : 343 - 344 .

Smith, P. G. 1976. Minor crops. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" ,pp. 301 - 324. Longman, London .

Smith, P. G. and A. H. Millett. 1968. Observations on low temperature fruit and seed set in tomatoes. Veg. Improv. Newsletter 10 : 12 .

Smith, P. G. and C. B. Heiser. 1951. Taxonomic and genetic studies on the cultivated peppers, Capsicum annuum L. and C. frutescens L. Amer. J. Bot 38 : 362 - 368 .

Smith, P. G., B. Villalon and P. L. Villa. 1987. Horticultural cassification of peppers grown in the United States. HortScience 22 : 11 - 13 .

Sneep, J. and A. J. T. Hendriksen. (Eds) and O. Holbek (Coed.) 1979. Plant breeding prespectives. Centre for Agr.Pub and Doc., Wageningen. 435p .

Snyder, J. C. and C. D. Carter. 1984. Leaf trichomes and resistance of Lycopersicon hirsutum and L. esulentum to spider mites. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 837 - 843 .

Snyder, J. C., D. A. Johnson, D. E. Good, and P. A. Weston. 1987. Type VI trichome exudates from chemotypes of L. hirsutum and L. hirsutum f. glabratum. Tomato Genet. Coop. Rep. 37: 76 - 68 .

Sood, R. K. and S. S. Saimi. 1971. Pollination sudies in Lycopersicon esculentum Mill. Himachal J. Agr. Res. 1 : 65 - 70. (Cited for Hort. Abstr. 42 : Abstr. 1491; 1972) .

Sood, R., K. Prabha, S. Govil, and S. C. Gupta. 1982. Overcoming self - inccompatibility in Ipomoea cairiac by IAA. Euphytica 31 : 233 - 239.

Soria, C. and M. L. Gomez - Guillamon. 1989. Transmission of the causal agent of muskmelon yellowing disease. Cucurbit Gent. Coop. Rep. 12 : 40 - 41 .

Soria, C., M. L. Gomez - Guillamon, J. Esteva, and F. Nuez. 1989. Search for sources of resistance to yellowing disease in Cucumis spp. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 12 : 42 - 43 .

Soria, C., M. L. Gomez - Guillamon, J. Esteva, and F. Nuez. 1990. Ten interspecific crosses in the genus Cucumis : A preparatroy study to seek crosses resistant to melon yellowing disease. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 13 : 31 - 33 .

Sotirova, V. and L. Beleva. 1976. Late blight on tomatoes. (In Bulgarian) . Rastiteina Zashchita 24 (12) : 33 - 36 .

Sowell, G., Jr. 1982. Resistance to tobacco mosaic virus in pepper introductions. Plant Dis. 66 : 1062 - 1064 .

Sowell, G., Jr. and G. R. Pointer. 1962. Gummy sten blight resistance of introduced watermelon. Plant Dis. Reptr 46 : 883 - 884 .

Staden, J. van and G. G. Dimalla. 1977. A copmarison of the endogenous cytokinins in the roots and xylem exudate of nematode - resistant and susceptible tomato cultivars. J. Exptl Bot. 28 : 1351 - 1356 .

Stark, J. C. ,J. J. Pavek, and I. R. McCann. 1991. Using canopy temperature measuremets to evaluate drought tolerance of potato genotypes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 412 - 415 .

Staub, J. E. and C. E. Peterson. 1986. Comarisons between bacterial wilt resistant and susceptible gynoecious cucumber lines and F_1 progeny. HortScience 21 : 1428 - 1430 .

Staub, J. E. and L. K. Crubaugh. 1989. Tolerance of cucumber to Chloramben herbicides. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 2 : 7 - 8 .

Staub, J. E. , B. Balgooyen, and G. E. Tolla. 1986. Quality and yield of cucumber hyrids using gynoecious and bi-

sexual parents. HortScience 21 : 510 - 512 .

Stavely, J. R. 1984. Genetics of resistance to Uromyces phaseoli in a Phaseolus vulgaris line resistant to most races of the pathogen. Phytopathology 74 : 339 - 344 .

Steel, W. M. 1976. Cowpeas. In. N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" , pp. 183 - 185. Longman, London .

Stephens, C. T., R. M. De Vries, and K. C. Sink. 1989. Evaluation of Asparagus species for resistance to Fusarium oxysporum f. sp. aspargi and F. monilforme. HortScience 24 : 365 - 368 .

Stephenson, G. R., L. R. Baker, and S. K. Ries. 1971. Metabolism of Pyrazon in susceptible species and inberd lines of tolerant red beet (Beta vulgaris L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 145 - 147 .

Stern, G. A. V., D. J. Ockendon, R. L. Gabrilson, and J. D. Maguire. 1982. Self - incompatibility alles in broccoli. HortScience 17 : 748 - 749 .

Stevens, M. A. 1970. Inheritauce and flavor contribution of 2 - isobutyltiazole, mehyl salicylate and eugenol in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sic. 95 : 9 - 13 .

Stevens, M. A. 1972. Citrate and malate concentrations in tomato fruits : genetic control and maturational effects. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97 : 655 - 658 .

Stevens, M. A. 1973. The influence of multiple quality requirements on the plant breeder. HortScience 8:110 - 112.

Stevens, M. A. 1976. Inheritance of viscosity poential in tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 152 - 155 .

Stevens, M. A. 1979. Breeding tomatoes for processing. In Asian Vegetable Research and Development center "Proceedings of the 1 st International Symposium on Tropical Tomato, Oct. 23 - 27, 1978" ,pp. 201 - 213 Shanhua, Taiwan.

Srevens, M. A. 1980. Utilization of natural varieties to develop resistance to biotic and environmental stress in processing tomato cultivars. Acta Hort. 100 : 405 - 410 .

Stevens, M. A. 1986. The future of field crops. In J. G. Atherton and J. Rudich (Eds) " The Toamto Crop" ,pp. 559 - 579. Chapman and Hall, London.

Stevens, M. A. 1986a. Inheritance of tomato fuit quality components. Plant Breed. Rev. 4 : 273 - 311 .

Stevens, M. A. and C. M. Rick. 1986. Genetics and breeding. In J. G. Atherton and J. Rudich (Eds) "The Tomato Crop " ,pp. 35 - 109. Chapman and Hall, London.

Stevens, M. A. and J. Rudich. 1978. Genetic potential for overcoming physological limitatons on adaptability, yield, and quality in the tomato. HortScience 13 : 673 - 678 .

Stevens, M. A. and K. N. Paulson. 1976. Contribution of components of tomato fruit alchol - insoluble solids to genotypic variation in viscosity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 91 - 96 .

Stevens, M. A. amd M. A. Long. 1971. Inheritance of malate in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 120 - 121 .

Stevens, M. A. and W. A. Frazier. 1967. Inheritance of Oct - 1 - en - 3 - ol and Linalool in canned snap beans (Phaseolus vulgaris L.) . Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 274 - 285 .

Stevens, M. A., A. A. Kader, M. Albrigh - Holton, and M. Alagazi. 1977. Genotypic variation for flavor and composition in fresh market tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 680 - 689 .

Stevens, M. A., A. A. Kader, and M. Albright. 1979. Potential for increasing tomato flavor via increaed sugar and acid content. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104 : 40 - 42 .

Stevenson, F. J. and C. F. Calrk. 1937. Breeding and genetics in potato improvement. In United States Department of Agriculture "1937 Yearbook of Agriculture : Better Plants and Animals II" ,pp. 405 - 444. Wash.,D.C.

Stino, K.R., A. K. Gaafar, A. T. Hegazy, and A. A. El - Gharbawy. 1969. Grafting as a means of inducing hard blooming varieties of sweet potato to flower and set seeds. J. Bot., U. A. R. 12 : 115 - 122 .

Stommel, J. R. and P. W. Simon. 1989. Phenotypic recurrent selection and heritability estimates for total dissolved solids and sugar type in carrot. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 695 - 699 .

Stoner, A. K. 1970. Selecting tomatoes resistant to spider mites. J Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 78 - 80 .

Stoner, A. K. and B. E. Otto. 1975. A greenhouse method to evaluate high temperalure setting ability in the tomato. HortSciemce 10 : 264 - 265.

Stoner, A. K., J. A. Frank, and A. G. Gentile. 1968. The relationship of glandular hairs on tomatoes to spider mite resistance. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93 : 532 - 538 .

Stoner, A. K., M. H. Dickson, and A. M. Shelton. 1989. Inheritance of resistance to damage by Thrips tabci Lindeman (Thysanoptera : Thripidae) in cabbage. Euphytica 40 : 233 - 239 .

Strider, D. L. and T. R. Konsler. 1965. Cotyledonary symptoms of bacterial canker of tomato. Plant Dis. Reptr 49 : 634 - 635 .

Strik, B. C. and J. T. A. Proctor. 1988. Yield component analysis of strawberry genotypes differing in productivity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 124 - 129

Strik, B. C. and J. T. A. Proctor. 1988a. Growth analysis of field - grown strawberry genotypes differing in yield : 1. The matted row system. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 894 - 899 .

Strobel, J. W., N. C. Hayslip, D. S. Burgis, and P. H. Everett. 1969. Walter, a determinate tomato resistant to races 1 and 2 of the Fusarium wilt pathogen. Circ. Agri. Exp. Sta. Univ. Fla. No. S - 202. 9p. (Cited from Plant Breed. Abstr. 41 : Abstr. 6420; 1971) .

Styer, R. C., D. J. Cantliffe, and L. C. Hannah. 1980. Differential seed and seedling vigor in Shrunken - 2 compared to three other genotypes of corn at various stages of development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 329 - 332 .

Subramanya, R. 1983. Transfer of genes for multiple flowers form Capsicum chinense to Capsicum annuum. HortScience 18 : 747 - 749.

Subramanya, R. and H. Y. Ozaki. 1984. Inheritance of closed flower in pepper. Euphytica 33 : 13 - 16 .

Subramanya, R., G. Vest, and S. Honma. 1980. Inheritance of nitrate accumulation in lettuce. HortScience 15 : 525 - 526 .

Suzuki, I., Y. Sugahara, and S. Todaka. 1962. On breeding tomato for resistance to Fusarium oxysporum and the breeding system involed. (In Japanese) . Engei Shikenjo Hokuku Bull. Hort. Res. Sta. Ser. B : 57 - 73. (Cited from Plant Breed. Abstr. 33 : 3874 ; 1963) .

Taha, E. M. E. 1971. Evaluation of some tomato varieties to salt tolerance. M. S. thesis, Faculty Agr., Ain Shams Univ. 197p.

Takada, K. 1983. Breeding and characteristics of disease - resistant melon varieties (Lines Ano No.1, No.2, and No.3). Bul. Veg. & Ornamental Crops Res. Sta., Minist. Agr., For. & Fish., Japan. Series A No. 11 : 1 - 22 .

Tal, M. and M. C. Shannon. 1983. Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato : responses of Lycopersicon esculentum, L. cheesmanii, L. peruvianum, Solonum pennellii, and F1 hybrids to high salinity. Austr. J. Plant. Phys. 10 : 109 - 117 .

Talekar, N. S. 1982. A search for sources of resistance to sweet potato weevil. In R. L. Villareal and T. D. Griggs (Eds) " Sweet Potato " , pp. 147 - 156. Asian Veg. Res. & Dev. Center, Taiwan.

Tang, F. A. and Z. K. Punja. 1989. Isolation and culture of protoplast of Cucumis sativus and Cucumis metuliferus and methods for their fusion. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 12 : 29 : 34 .

Tanksley, S. D. 1984. High rates of cross - pollination in chile pepper. HortScience 19 : 580 582 .

Tanksely, S. D. and J. Iglesias - Olivas. 1984. Inheritance and transfer of multiple - flower character form Capsicum chinense into Capsicum annuum. Euphytica 33 : 769 - 777 .

Tanksley, S. D. and R. A. Jones. 1981. Application of alcohol dehyrogenase allozymes in testing the genetic purity of F_1 hyrids of tomato. HortScience 16 : 179 - 181 .

Tarakanov, G. I., S. A. Dovedar, L. G. Avakimova, E. N. Andreeva, and E. A. Sysina. 1978. Methods of increasing fruit set in tomato underhigh temperature condittions . (In Russian). Leningrad, USSR, p. 123 - 129. Referativnyi Zhurnal (1979) 6.55. 330 .

Taylor, A. G., J. E. Motes, and M. B. Kirkham. 1982. Germination and seedling characteristics of three tomato species affected by water deficits. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107 : 282 - 285 .

Taylor, J. P. 1982. Carbon dioxide treatement as an effective aid to the production of selfed seed in kale and brussels sprouts. Euphytica 31 : 957 - 964 .

Taylor, I. B. 1986. Biosystematics of the tomato. In J. G. Atherton and J. Rudich (Eds) " The Tomato Crop " ,pp. 1 - 34. Chapman and Hall, London.

Tee, T. S., R. L. Villareal, and M. Rejab. 1979. Single seed descent - a new approach to the improvement of tomato in the tropics. In Asian Vegetable Research and Development Center "Proceedings of The 1 st International Symposium on Tropical Tomato, Oct. 23 - 27 , 1978 " ,pp. 225 - 232. Shanhua, Taiwan.

Tehrani, G., H. M. Munger, R. W. Robinson, and S. Shannon. 1971. Inheritance and physiology of response to low boron in red beet (Beta vulgaris L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 226 - 230).

Thomas, B. R. and D. Pratt. 1981. Efficient hybrization between Lycopersicon esculentum and L. peruvianm via embryo callus. Theor. Appl. Genet. 59 .

Thomas, C. E., Y. Chen, E. L. Jourdain, and H. Eyal. 1987. Use of reaction types to identify downy mildew resistatance in muskmelons. HortScience 22 : 638 - 640 .

Thomas, C. E., Y. Cohen, J. D. McCreight, E. L. Jourdain, and S. Cohen. 1988. Inheritance of resistance to downy mildew in Cucumis melo. Plant Dis. 72 : 33 - 35 .

Thomas, G. M. and H. C. Harrison. 1989. Inheritance of cadmium concentration in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 121 - 125 .

Thomas, P. and T. A. More. 1990. Screening wild Cucumis spp. in the field and with artificial seed inoculation against Fusarium oxysporum sp. melonis. Cucurbit Genet. Coop. Rep. No. 13 : 18 - 19 .

Thomoson, I. J. and P. G. Smith. 1957. Resistance in tomato to Meloidogyne javanica and M. incogntita acrita. Plant Dis. Reptr 41 : 180 - 181 .

Thompson, A. E. 1965. A technique of selection for high acidity in the tomato. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87 : 404 - 411 .

Thompson, A. E., M. L. Tomes, H. T. Erickson, E. V. Wann, and R. J. Armstrong. 1967. Inheritance of crimson fruit color in tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 495 - 504 .

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw - Hill Book Co., Inc., N. Y. 611p.

Thompson K. F. 1976. Cabbages, kales etc. In . W. Simmonds (Ed.)"Evolution of Crop Plants" ,pp. 49 - 52. Longman, London .

Thompson, P. G., F. L. Haynes, and R. H. Moll. 1980. Estimation of genetic variance components and heritability for tuber dormancy in diploid potatoes. Amer. Potato J. 57 : 39 - 46 .

Thompson, P. G., H. A. Mendoza, and R. L. Plaisted. 1983. Estimation of genctic parametrs for characters related to potato propagation by true seed (TPS) in an Andigena population. Amer. Potato. J. 60 : 393.

Thurston, H. D. 1971. Relationshship of general resistance : late blight of potato. Phytopathology 61 : 620 - 626.

Thyr, B. D. 1968. Resistance to bacterial canker in tomato, and its evaluation. Phytopathology 58 : 279 - 281

Tigchelaar, E. C. 1986. Tomato breeding. In M. J. Bassett (Ed.) "Breeding Vegetable Crops" ,pp. 135 - 171. Avi Pub. Co., Inc., Westpot, Connecticut .

Tigchelaar, E. C. and M. L. Tomes. 1974. " Caro - Rich" tomato. HortScience 9 : 82.

Yomes, M. L. 1972. Breeding for improved nutritional value. HortScience 7 : 154 - 156 .

Tong, C. B. S. and K. C. Gross. 1989. Ripening characterfstics of a tomato mutant, dark green. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 635 - 638.

Towill, L. E. 1982. Low temperature (- 196 C) storage of true seed from the tuber - bearing Solanum species. Amer. Potato J. 59 : 141 - 147.

Tracy, W. F. and W. C. Galinat. 1987. Thickness and cell layer number of the pericarp of sweet corn and some of its

relatives. HortScience 22 : 645 - 647 .

Tripp, K. E. and H. C. Wien. 1989. Screening with ethephon for abscission resistance of flower buds in bell pepper. HortScience 24 : 655 - 657 .

Tu, J. C. and V. Poysa. 1990. A brushing method of inoculation for screening tomato seedlings for resistance to Septoria lycopersici. Plant Dis. 74 : 294 - 297 .

Tucker, C. L. 1965. Inheritance of white and green seed coat colors in lima beans. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 87 : 286 - 287 .

Tyurina, T. A. 1970. Some data on the induction of tetraploid forms of watermelon. (In Russian) . Uch. zap. Orenburg. gos. ped. in - t (1970) No. 29, 48 - 52 .(Cited from Hort. Abstr. 42 : Abstr. 3784 ; 1972) .

University of California. 1982. Integrated pest management for tomatoes. state - wide integrated pest management project, Div. Agr. Sci. Pub. 3274. 104p.

Van Der Meer, O. P. and J. L. Van Bennekom. 1973. Gibberellic acid as a gametocide for the common onion (Allium cepa L.) . Euphytica 22 : 239 - 243 .

Van Der Meer, Q. P. and J. L. Van Bennekom. 1976. Gibberellic acid as a gametocide for the common onion (Allium cepa L.) . II. The effect of GA4 / 7. Euphytica25 : 293 - 296 .

Van Der Meer, Q. P. and J. L. Van Bennekom. 1982. Giberellins as gametocides for the common onion (Allium cepa L.) . III. GA4+7 and pollen viability. Euphytica 31 : 503 - 506 .

Van Der Meer, Q. P., J. L. Van Bennekom, and A. C. Van Der Giessen. 1983. Screening for resistance to white rot caused by Sclerotium cepivorum Berk. in onions (Allium cepa L.) and leeks (Allium porrum L.). Euphytica 32 : 697 - 701 .

Van de Dijk, S. J. 1985. Differences between tomato genotypes in stomatal resistance and specific leaf fresh weight in relation to differences in net photosynthesis under low light intenstity and low night temperatures. Euphytica 34: 717 - 723 .

Van de Dijk, S. J. 1987. Inheritance of net photosynthesis, dark respiration, stomatal resistance and related characters in tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) under low energy conditions. Euphytica 36 : 193 : 203 .

Van de Dijk, S. J. and J. A. Maris. 1985. Differences between tomato genotypes in net photosynthesis and dark respiration under low light intensity and low night temperatures. Euphytica 34 : 709 - 716 .

Van Gelder, M. W. and O. M. B. de Ponti. 1987. Alpha - tomatine and steroidal glycoalkaloids in fruits of tomato lines resistant to the greenhouse whitefly (Trialeurodes vaporariorum). Euphytica 36 : 555 - 561 .

Van Steekelenburg, N. A. M. 1984. Resistance to Corynebacterium michiganense in tomato genotypes. In Eucarpia Tomato Working Group "A New Era in Tomato Breeding" ,pp. 92 - 97 , Institue for Hort. Plant Breed., Wageningen.

Van Steekelenburg, N. A. M. 1985. Resistance to Corynebacterium michiganense in tomato genotypes. Euphytica 34 : 245 - 250 .

Valdez, R. B. 1979. Nematodes attcking tomato and their contol. In Asian Vegetable Research and Development Center " Proceeding of the 1 st International Symposium on Ttopical Tomato, Oct. 23 - 27, 1978 " ,pp. 136 - 150. Shanhua, Taiwan.

Vardy, E., D. Lapushner, A. Genizi, and J. Hewitt. 1989. Genetics of parthenocarpy in tomato under a low temperature regime : I. line RP 75 / 59 . Euphytica 41 : 1 - 8 .

Vardy, E., D. Lapushner, A. Genizi, and J. Hewitt. 1989a. Genetics of parthenocarpy in tomato under a low temperature regime. II. Cultivar "Severianin". Euphytica 41 : 9 - 15 .

Varma, J. P., J. Hayati, and Poonam. 1980. Resistance in Lycopersicon species to tomato leaf curl disease in India. Zeitschrift fur Planzenkran Kheiten und Pflanzenschutz 87 (3) : 137 -144. (Cited from Plant Breed. Abstr. 51 : Abstr. 4659 ; 1981).

Vecchi, P. T. D. and C. E. Peterson. 1984. Inhertance of flowering response in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 761 - 763 .

Villareal, R. L. and S. H. Lai. 1978. Pollen collector. Asian Veg. Res. and Dev. Center., Taiwan .

Villareal, R. L. and S. H. Lai. 1979. Procedures for tomato evaluation trials. Asian Veg. Res. and Dev. Center, Taiwan.

Villareal, R. L. and S. H. Lai. 1979. Development of heat - tolerant tomato varieties in the tropics. In Asian Vegetable Research and Development Center "Proceedings of the 1 st International Symposium on Tropical Tomato, Oct. 23 - 27, 1978" ,pp. 188 - 200. Shanhua, Taiwan.

Villareal, R. L., S. H. Lai, and S. H. Wong. 1978. Screening for heat tolerance in the genus Lycopersicon. HortSctciece 13 : 479 - 481 .

Voisey, P. W., L. H. Lyall, and M. Kloek. 1970. Tomato skin strength - its' measrement and relation to cracking. J. Amer. Soc. Hor. Sci. 95 : 485 - 488 .

Voss, R. E. (Ed.). 1979. Onion Production in California. Univ. Calif., Div.Agr. Sci., Priced Pub. 4097. 49p.

Wade, B. L. 1937. Breeding and improvement of peas and beans. In United States Department of Agriculture " 1937 Yearbook of Agriculture : Better Plants and Animals II" ,pp. 251 - 282. Wash., D. C.

Walker, C. A., Jr. and O. L. Chambliss. 1981. Inheritnce of resistance to blackeye cowpea mosaic virus in Vigna unguiculata (L.) Walp. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 410 - 412 .

Walker, J. C. 1965. Use of environmental factors in screening for disease resistance. Ann. Rev. Phytopath. 3 : 197 - 208 .

Walker, J. C. 1969. Plant pathology. McGraw Hill Book Co., N. Y. 819p.

Walker, M. A., D. M. Smith, K.P. Paulus, and B. D. Mckersie. 1990. A chlorophyll fluorescence screening test to evaluate chilling tolerance in tomato. HortScience 25 : 334 - 339 .

Walkey, D. G. A. and N. L. Innes. 1979. Resistance to bean common mosaic virus in dwarf beans (Phaseolus vulgaris L.) . J. Agr. Sci., U K 92 : 101 - 108.

Wall, J. R. and C. F. Andrus. 1962. The inheritance and physiology of response in the tomato. Amer. J. Bot. 49 :

758 - 762 .

Wallace, D. H. and M. E. Nasrallah. 1968. Pollination and serological procedures for isolating incompatibility genotypes in the crucifers. Cornell Univ., Agr. Exp. Sta., N. Y. S. College of Agr., Ithaca. Memoir 406. 23p.

Wallace, D. H. and R. E. Wilkinson. 1965. Breeding for Fusarium root rot resistance in beans. Phytopathology 55 : 1227 - 1231 .

Walter, J. M. 1967. Hereditary resistance to disease in tomato. Ann. Rev. Phytopath. 5 : 131 - 162 .

Walters, S. A., T. C. Wehner, and K. R. Barker. 1990. Resistance of cucumber to the root - knot nematode, Meloidogyne hapla. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 13 : 10 - 11 .

Wang, H. 1982. The breeding of sweet potatoes for human consumption. In R. L. Villareal and T. D. Griggs (Eds) "Sweet Potato" ,pp. 297 - 311. Asisn Veg. Res. and Dev. Center, Taiwan.

Wang, P. - J. and C. - Y. Hu. 1985. Potato tissue culture and its application in agriculture. In P. H. Li (Ed.) "Potato Physiology" ,pp. 503 - 577. Academic Pr., N. Y.

Wang, Y. J., R. Provvidenti, and R. W. Robinson. 1984. Inheritance of resistance to watemelon mosaic virus 1 in cucumber. HortScience 19 : 587 - 588 .

Wann, E. V., E. L. Jourdain, R. Pressey, and B. G. Lyon. 1985. Effect of mutant genotypes hp og^c and dg og^c on tomat fruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci 110 : 212 - 215 .

Wannamakr, M. J. and L. M. Pike. 1987. Onion responses to various saliniy levels. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 49 - 52 .

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1975. Producing vegetable crops. the Interstate Printers & Pub., Inc., Danville, Ill. 599p.

Warid, W. A., K. R. Stino, and M. A. Abobker. 1969. Inheritance of resistance to powdery mildew in cucumber, Cucumis sativus L. XI Inter. Bot. Cong. Abstr., U. S. A. p. 233 .

Warnock, S. J. 1988. A review of taxonomy and physiology of the genus Lycopersicon. HortScience 23 : 669 - 673.

Watts, Leslie. 1980. Flower and vegetable plant breeding. Grower Books, London. 182p.

Watts, V. M. 1947. The use of Lycopersicon peruvinum as a source of nematode resistance in tomatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. sci. 49 : 233 - 234 .

Weast, R. O. (Ed.) . 1976. (56th ed.) . Handbook of chemistry and physics. CRC Press, Cleveland, Ohio. p. D - 249.

Weaver, M. L. and H. Timm. 1989. Screening tomato for high temperature tolerance through pollen viability tests. HortScience 24 : 493 - 495 .

Weaver, R. J. 1972. Plant growth substances in Agricultûre. S. Chand & Co. Ltd., New Delhi. 594p.

Webb, R. E. 1979. Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus 1 in Cucumis melo. HortScience 14 : 265 - 266 .

Webb, R. E. , A. K. Stoner, and A. G. Gentile. 1971. Resisance to leaf miners in Lycopersicon accessions. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96 : 65 - 67 .

Webster, D. M. and P. M. Ainsworth. 1988. Inheritance and stability of a small pustule reaction of snap beans to Uromyces appendiculatus. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113 : 938 - 940 .

Weg, W. E. van de, L. M. Wassenaar, and C. P. J. van de Lindeloof. 1989. Inheritance of resistance to Phytopthora fragariae Hickman in strawberry. Euphytica 42 : 25 - 30 .

Wehner, T. C. 1984. Estimates of heritabilites and variance components for low - temperature germination ability in cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 664 - 667.

Wehner, T C. and E. T. Gritton. 1981. Horticultural evalution of eight foliage types of peas near - isogenic for the genes af , tl and st. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106 : 272 - 278 .

Wehner, T. C. and E. T. Gritton. 1981a. Effect of the n gene on pea pod characteristics. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106: 181 - 183 .

Wehner, T. C., G. E. Tolla, and E. G. Humphries. 1983. A plot scale extractor for cucumber seeds. HortScience 18 : 246 - 247 .

Weier, T. E., C. R. Stockings, and M. G. Barbour. 1974. Botany : an introduction to plant biology. John Wiley & Sons , N. Y. 693p.

Weinman, A. A., M. J. Palmer, P. W. Simon, and W. H. Gabelman. 1988. Evaluation of onion germplasm for resistance to pink root and fusarium. (Abstr.). HortScience 23 : 776 .

Werner, D. J. and S. Honma. 1980. Inheritance of fruit detachment force in pepper. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 805 - 807 .

Werner, R. A., D. C. Sanders, and W. R. Henderson. 1980. Inheritance of tolerance to Rhizoctonia fruit rot of tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 819 - 822 .

Weston, P. A., D. A. Johnson, H. T. Burton, and J. C. Snyder. 1989. Trichome secretion composition, trichome densities, and spider mite resistance of ten accessions of Lycopersicon hirsutum. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 : 492 - 498.

Whitaker, T. W. 1974. Cucurbita. In R. C. King (Ed.) "Handbook of Genetics, Vol. 2 : Plants, Plant Viruses, and Protists" ,pp. 135 - 144 . Plenum Pr., N. Y.

Whitaker, T. W. 1974. Squash, pumpkins, and gourds (Cucurbita spp.) . In J. Leon (Ed.) "Handbook of Plant Introduction in Tropical Crops" ,pp. 45 - 46 . Food and Agr. Org. of the United Nations, Rome.

Whitaker, T. W. 1979. The breeding of vegetable crops : highlights of the past seventy - five years. HortScience 14 : 359 - 363 .

Whitaker, T. W. and W. P. Bemis. 1976. Cucurbits. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" ,pp. 64 - 69. Longman , London.

Whitaker, T. W. and G. N. Davis. 1962. Cucurbits. InterScience Pub., Inc., N. Y. 249p.

Whitaker, T. W. and I. C. Jagger. 1937. Breeding and improvement of cucurbits. In United States Department of Agriculture "1937 Yearbook of Agriculture : Better Plants and Animals II" ,pp. 207 - 232. Wash., D. C.

Whitaker, T. W. and R. W. Robinson. 1986. Squash breeding. In M. J. Bassett (Ed.) "Breeding Vegetable Crops" ,pp. 209 - 242. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Conn.

Whitaker, T. W., A. F. Sherf, W. H. Lange, C. W. Nicklow, and J. D. Radewald. 1970. Carrot production in the United States. U. S. Dept. Agr., Agr. Handbook 375. 37p.

White, J. W. 1983. Pollination of potatoes under natural conditions. International Potato Center, Lima, Peru, Circ. 11 (2) : 1 - 2.

Whittington, W. J. and P. Fierlanger. 1972. The genetic control of time to germination in tomato. Ann. Bot. 36 : 873 - 880.

Wien, H. C. 1990. Screening pepper cultivars for resistance to flower abscission : a comparison of techniques. HortScience 25 : 1634 - 1636.

Wiersema, H. T. 1972. Breeding for resistance. In J. A. de Box (Ed.) "Viruses of Potato and Seed Potato Production" ,pp. 174 - 187. Centre for Agr. Pub. and Doc., Wageningen.

Wilkins, E. and E. H. Beyer. 1988. Use of sodium chloride to overcome self - incompatibility in an inbred broccoli (Brassica oleracea var. italica) line. (Abstr.) . HortScience 23 : 783.

Williams, C. B. III and O. L. Chambliss. 1980. Outcrossing in shouthernpea. HortScience 15 : 179.

Williams, P. H., J. C. Walker, and G. S. Pound. 1968. Hybelle and Sanibel, multiple disease - resistant F_1 hybrid cabbages. Phytopathology 58: 791 - 796.

Wilson, D., A. Goodall, and J. Reeves. 1973 . An improved technique for the germination of strawberry seeds. Euphytica 22 : 362 - 366.

Wilson, G. F., C. A. Fatokun and M. O. Adeniran. 1982. A new form of genetic female sterility in Capsicum annuum L. Scienta Hort. 18 : 25 - 29.

Wilson, J. E. and L. R. Baker. 1976. Inheritance of carpel separation in mature fruits of pickling cucumbrs. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101 : 66 - 69.

Winstead, N. N. and W. R. Henderson. 1964. Tomato varieties resistant or susceptible to Fusarium oxysporum f. lycopersici, race 1 . Plant Dis. Reptr 48 : 690 - 691.

Wolf , S., D. Yakir, M. A. Stevens and J. Rudich. 1986. Cold trmperature toleance of wild species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 11 : 960 - 964.

Wolyn, D. J. and W. H. Gableman. 1990. Selection for betalain pigment concentrations and total dissolved solids in red table beets. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 : 165 - 169.

Wooster, P. and T. J. Dixon. 1987. Micropropagation - an aid in the production of new varieties. In G. J. Jellis and D. E. Richardson (Eds) " The Production of New Potato Varieties : Technological Advances" ,pp. 142 - 145. Cambridge Univ. Pr., Cambridge.

Wyatt, J. E. 1984. An indehiscent anther mutant in the common bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 484 - 487.

Wyatt, J. E. 1984. Inheritance of an indehiscent aonther character in the common bean. HortScience 19 : 670 - 671.

Wyatt, J. E. 1985. Inheritance of photoperiod sensitivity, hirsute seed, and albinsim in okra. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 : 74 - 78.

Wyatt, J. E., G. Fassuliotis, and A. W. Johnson. 1980. Efficacy of resistance to root - knot nematode in snap beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 923 - 926.

Wyszogrodzka, A. J., P. H. Williams, and C. E. Peterson. 1986. Search for resistance to gummy stem blight (Didymella bryoniae) in cucucmber (Cucumis sativus L.) . Euphytica 35 : 603 - 613.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables : principles, poduction and nutritive values. Avi Pub. Co., Inc., Westport , Conn. 415p.

Yang, C. Y. 1979. Bacterial and fungal diseases of tomato. In Asian Vegetable Research and Development Center "Proceedings of the 1 st International Symposium on Tropical Tomato, Oct. 23 - 27, 1978" ,pp. 111 - 123. Shanhua, Taiwan.

Yassin, T. E. 1988. Inheritance of three agronomic characters in Lycopersicon interspecific crosses. J. Agric. Sci., Camb. 110 : 471- 474.

Yassin, T. E. 1989. The relation between two dominant genes for resistance against tomato leaf curl virus disease. Tomato Genet. Coop. Rep. 39 : 33 -34.

Yen, D. E. 1982. Sweet potatoes in historical perespctive. In R. L. Villareal and T. D. Griggs (Eds) "Sweet Potato" ,pp. 17 - 30. Asian Veg. Res. Dev. Center, Taiwan.

Yen, D. E. 1974. Sweet potato (Ipomoea batatas). In J. Leon (Ed.) "Handbook of Plant Introduction in Tropical Crops" ,pp. 29 - 34. Food and Agr. Org. of the United Nations, Rome.

Yen, D. E. 1976. Sweet potato. In N. W. Simmonds (Ed.) "Evolution of Crop Plants" ,pp. 42 - 45. Longman, London.

Zaiter, H. Z., D. P. Coyne, and R. B. Clark. 1987. Tempertaure, grafting method, and rootstock influence on iron - deficiency chlorosis of bean. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 1023 - 1026.

Zaiter, H. Z., D. P. Coyne, and R. B. Clark. 1987a. Genetic variation and inheritance of resistance of leaf iron - deficiency chlorosis in beans. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 1019 - 1022.

Zamir, D. and M. Tal. 1987 . Genetic analysis of sodium, potassium and chloride ion content in Lycopersicon. Euphytica 36 : 187 - 191.

Zamir, D., S. D. Tanksley, and R. and R. A. Jones. 1981. Low temperature effect on selective fertilization by pollen mixtures of wild and cultivated tomato species. Theor. Appl. Genet. 59 : 235 - 238.

Zamir, D. , T. Steilaben - David, J. Rudich, and J. A. Juvik. 1984. Frequency distributions and linkage relationships of 2 - tridecadone in interspecific segregating genertions of tomato. Euphytica 33 : 481 - 488.

Zhang, X. - P. and M. Wang. 1990. A genetic male - sterile (ms) watemelon from China. Cucurbit Genet. Coop. Rep. 13 : 45 - 46 .

Zink, F. W. and J. E. Duffus. 1970. Linkage of turinp mosaic virus susceptibility and downy mildew, Bremia lactucae, resistance in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 420 - 422 .

Zink, F. W. 1973. Inheritance of resistance to downy mildew (Bremia lactucae Reg.) in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98 : 293 - 296 .

Zink, F. W. and J. E. Duffus. 1975. Reaction of downy mildew resistant lettuce cultivars to infection by tumip mosaic virus. Phytopathology 65 : 243 - 245 .

Zink, F. W. and W. D. Gubler. 1985. Inheritance of resistance in muskmelon to Fusarium wilt. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110 : 600 - 604 .

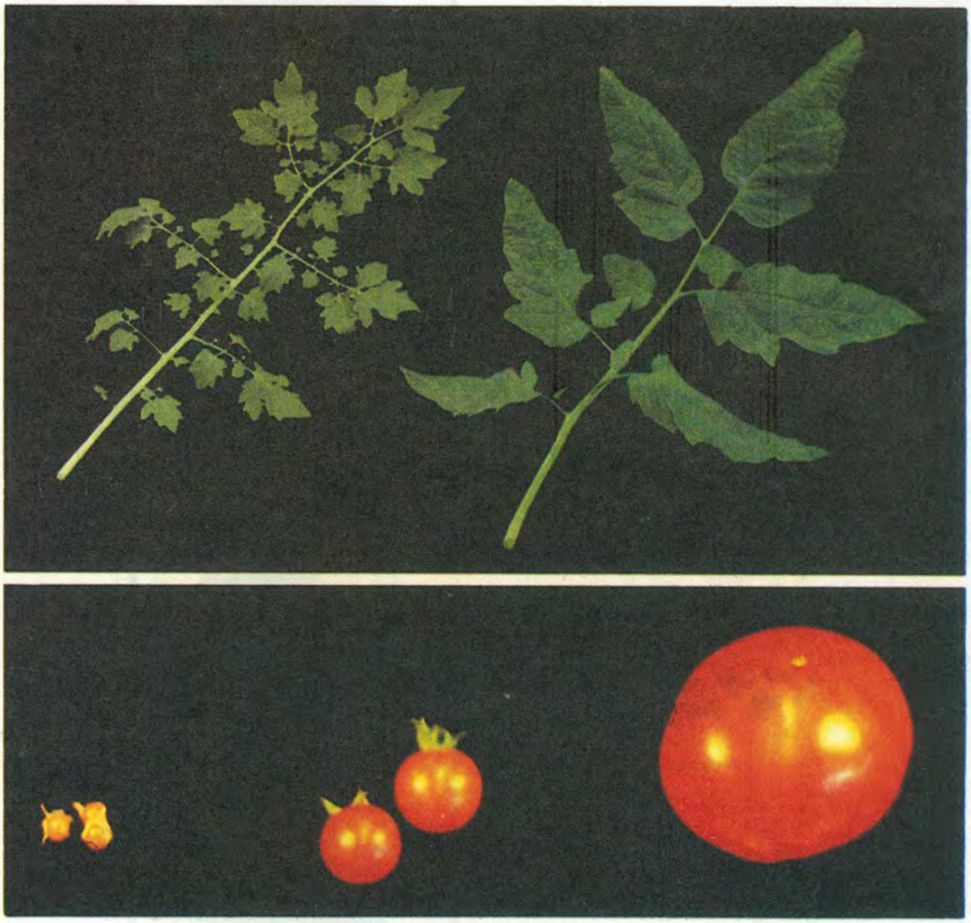
Zink, F. W. and W. D. Gubler. 1990. Resistant germplasm controls fusaium wilt in cantaloupes. Calif. Agr. 44 (6) : 27 - 28 .

Zobel, R. W. 1986. Rhizogenetics (Root genetics) of vegetable crops. HortScience 21 : 956 - 959 .

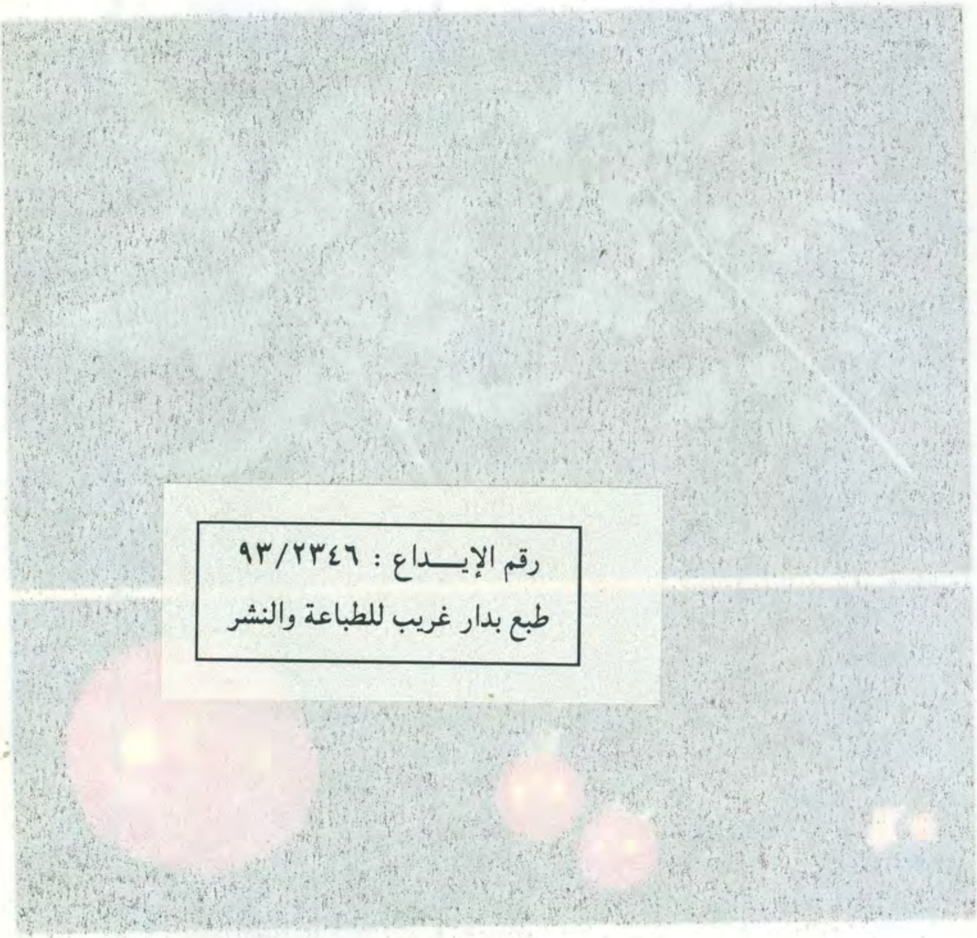
شكل ملون



شكل (١-٢) كيميرا محيطية بيضاء اللون ظهرت كطفرة فى سلالة الطماطم P.I.433195 ، وانتشرت عليها شعيرات كثيفة بيضاء اللون .



شكل (٣-١) : أوراق ثمار السلالة LA 1401 من النوع البرى L. cheesmanii f. minor (على اليسار) ، وصنف الطماطم Walter (على اليمين) وثمار السلالات المنتخبة من الجيل الثالث للتهجين الرجعى الأول إلى الطماطم (فى الوسط) (عن Lauchi & Epstein ١٩٨٤) .



رقم الإيـــداع : ٩٣/٢٣٤٦
طبع بدار غريب للطباعة والنشر